

Kaikkien maiden proletaarit, liittykää yhteen!



■ *Tieteellisen sosialismin kirjasto*

F. ENGELS

*Luonnon
dialektiikka*



■ KUSTANNUSLIIKE EDISTYS
■ MOSKOVA 1971

ФРИДРИХ ЭНГЕЛЬС
ДИАЛЕКТИКА ПРИРОДЫ
На финском языке

Suomentaneet TUURE LEHÉN ja TIMO KOSTE

A L K U L A U S E

»Luonnon dialektiikka» on F. Engelsin pääteoksia. Siinä on tehty dialektis-materialistinen yleistys luonnontieteiden tärkeimmistä saavutuksista 1800-luvun puolivälissä, kehitetty edelleen materialistista dialektiikkaa sekä arvosteltu luonnontieteen metafyyysisiä ja idealistisia oppirakennelmia.

Kapitalistisen tuotantotavan, sen tuotantovoimien kehitys 1800-luvulla monien vuosikymmenien aikana kannusti tekniikan ja luonnontieteen myrskyisää kehitystä, eritoten niiden luonnontieteen haarojen, jotka liittyivät enemmän tai vähemmän välittömästi tuotannon tarpeisiin.

1800-luvun alulle ja varsinkin keskivaiheelle olivat tunnusomaisia suuret löydöt ja saavutukset matematiikan, tähtitieteen, fysiikan, kemian ja biologian alalla. Saatiin selville uusia tosiasioita ja lakeja, kehiteltiin uusia hypoteeseja ja teorioita, perustettiin uusia tieteenaloja.

Engels osoitti, että tuon luonnontieteiden voittokulun huomattavimpia merkkipaaluja olivat kolme suurta löytöä: soluteoria, energian säilymisen ja muuttumisen laki ja darvinismi. Vuosina 1838—1839 M. J. Schleiden ja T. Schwann totesivat kasvi- ja eläinsolun identtisuuden, todistivat, että solu on eliön tärkein rakenteellinen alkutekijä, ja loivat chyen opin eliöiden solurakenteesta. Siten tuli todistetuksi koko orgaanisen maailman ykseys. Vuosina 1842—1847 R. Mayer, J. P. Joule, W. R. Grove, L. A. Colding ja H. Helmholtz löysivät ja perustelivat energian säilymisen ja muuttumisen lain. Koko luonto käsiteltiin keskeytymättömäksi prosessiksi, jossa materian yleisen liikkeen muodot muuttuvat toisiksi.

Vuonna 1859 ilmestyi C. Darwinin pääteos »Lajien synty», joka vei päätökseen kokonaisen vuosisadan aikaisen polveutumisaatteiden kehityksen ja muodosti perus-

tan koko nykyiselle biologialle. Noiden löytöjen filosofinen merkitys oli siinä, että ne toivat mahdollisimman keskitetysti esiin luonnon prosessien dialektisuuden. 1800-luvun puolivälistä luonnontieteen kehitys sai todella kumouksellisen luonteen. Sitä vaikeutti kuitenkin uuden luonnontieteellisen aineiston dialektisen olemuksen ja luonnontutkijoiden keskuudessa vallinneen metafyyssisen tutkimusmenetelmän välinen ristiriita.

Oli välttämätöntä yleistää filosofisesti 1800-luvun toisen kolmanneksen luonnontieteen tärkeimmät saavutukset ja kehittää dialektis-materialistista luonnontieteen käsitystä.

Koska Marx oli kokonaan syventynyt tärkeimmän teoksensa — »Pääoman» — valmisteluun, Engels ryhtyi ratkaisemaan näitä uusia teoreettisia tehtäviä, joita luonnontieteiden kehitys oli nostanut esiin. Käytännöllisesti se kävi mahdolliseksi sen jälkeen, kun Engels vapautui liiketoimestaan Manchesterissa ja muutti Lontoon. Saksan ja Ranskan sodan, Pariisin Kommuunin tapahtumien ja Internationaalissa harjoittamansa toiminnan vuoksi Engels pystyi keskittämään perushuomionsa teoreettisiin tutkimuksiin vasta vuoden 1873 alussa.

Marxin ja Engelsin kiinnostus luonnontieteen ongelmiin ei ollut satunnainen eikä tilapäinen. Marxin luonnontieteellisten tietojen laajenemista ja syvenemistä voidaan seurata alkaen hänen nuoruusvuosiensa isälleen kirjoittamasta kirjeestä, jossa hän kertoo luonnontieteen harrastuksistaan, aina viimeisiin elinvuosiin asti, jolloin hän kirjoitti itsenäisiä matematiikan tutkielmia. Samanlaista kehitystä havaitaan myös Engelsillä.

Luodessaan ehyttä maailmankatsomusta marxilaisuuden perustanlaskijat eivät ainoastaan muokanneet kriittisesti aikaisempia saavutuksia filosofian, kansantaloustieteen sekä sosialististen ja kommunististen teoriain alalla, vaan heidän oli tehtävä yleistävä yhteenvedo myös aikakautensa luonnontieteen tärkeimmistä saavutuksista, jota ilman olisi ollut mahdotonta antaa materialismille uusi, dialektinen muoto. Esipuheessaan »Anti-Dühringin» toiseen painokseen Engels kirjoitti: »Marx ja minä olimme kaiketi ainoat, jotka pelastimme tietoisien dialektiikan idealistisesta saksalaisesta filosofiasta ja siirsimme sen materialistiseen luonnon- ja historiankäsitykseen. Mutta dialektinen ja samalla materialistinen luonnontieteen vaatii matematiikan ja luonnontieteen tuntemusta.» (F. Engels, »Anti-Dühring». Lahti 1951, s. 17.)

Marx arvioi suureksi luonnontieteiden merkityksen

lausuessaan »Pääoman» valmistelevissa hahmotelmissa 1863, että luonnontiede »muodostaa kaikkien tietojen perustan».

Marx ja Engels osoittivat yhtä suurta ja syvällistä mielenkiintoa luonnontieteisiin. Heillä oli silti omalaa- tuinen työnjako. Marx oli perehtynyt syvällisemmin ma- tematiikkaan, tekniikan historiaan ja maanviljelyske- miaan; samalla hän harrasti fysiikkaa, kemiaa, biologiaa, geologiaa, anatomiaa ja fysiologiaa. Erotukseksi Engel- sistä hän tutki enemmän matematiikkaa ja käytännöl- listä luonnontiedettä. Engels tunsi perusteellisemmin fysiikkaa ja biologiaa ja harrasti samalla matematiik- kaa, astronomiaa, kemiaa, anatomiaa ja fysiologiaa. Toisin kuin Marx hän tutki tarkemmin teoreettista luon- nontiedettä.

Jo marxilaisuuden syntymäkaudella, ts. ennen vuot- ta 1848 kirjoittamisissaan teoksissa Marx ja Engels esit- tivät paljon tosiasioita, jotka osoittavat heidän kiin- nittäneen vakavaa huomiota luonnontieteen ja tekniin- kan kehitykseen ja saavutuksiin. Tuolla kaudella Marx ja Engels eivät vielä kuitenkaan ryhtyneet varta vasten tutkimaan luonnontieteitä.

Marx alkoi harrastaa erikoisesti luonnontieteitä vuon- na 1851 palattuaan tutkimuksiinsa kansantaloustie- teen alalla, ja perehtyäkseen tarkemmin teknologiaan se- kä maataloustieteeseen hän alkoi varta vasten tutkia tekniikan historiaa ja maanviljelyskemiaa. Hankkimiaan tietoja hän käytti myöhemmin kirjoittaessaan »Pää- oman» ensimmäisen osan konetekniikkaa koskevaa lukua ja kehitellessään maankorkoteoriaa »Pääoman» kolman- nessa osassa. Engels ryhtyi niin ikään 1850-luvulla tut- kimaan luonnontieteiden erillisiä ongelmia.

Alettuaan välittömästi kirjoittaa tulevan »Pääoman» ensimmäistä varianttia Marx tuli siihen johtopäätök- seen, että hänen on perehdyttävä syvällisemmin mate- matiikkaan. Vuonna 1858 hän alkoi tutkia algebraa, sit- ten analyttistä geometriaa, differentiaali- ja integraa- lilaskentaa. Myöhemmin nuo tutkimukset muuttuivat itsenäisen merkityksen omaaviksi. Samoihin aikoihin Engels alkoi tutkia fysiikkaa ja fysiologiaa käyttäk- seen noiden tieteiden, muun muassa soluteorian ja ener- gian muuttumista koskevan opin, saavutuksia dialektiin- kan jatkuvaa kehittämistä varten. Marxin ja Engelsin harrastusta luonnontieteeseen kannusti suuresti vuoden 1859 lopulla ilmestynyt Darwinin pääteos. Engels luki Darwinin kirjan heti sen ilmestymisen jälkeen. Lukies- saan tuota kirjaa vuoden 1860 lopulla Marx määritteli

Engelsille kirjoittamassaan kirjeessä klassisesti Darwinin suuren löydön merkityksen marxilaisuudelle: »*Tämä kirja laskee luonnonhistoriallisen perustan katsomuksillemme*» (ks. 19. joulukuuta 1860 päivätyä Marxin kirjettä Engelsille). Seuraavina vuosina Marxin ja Engelsin luonnontieteellisten harrastusten piiri laajeni huomattavasti. He tutkivat biologiaa, anatomiaa, fysiologiaa, astronomiaa, fysiikkaa, kemiaa ynnä muita tieteitä.

Marxin ja Engelsin luonnontieteellisten tutkimusten tärkein vaihe alkoi 1873 ja jatkui Marxin kuolemaan, vuoteen 1883 asti. Tuona kautena Marx ja Engels laajensivat ja syvensivät luonnontieteellisiä tutkimuksiaan ja ryhtyivät kirjoittamaan itsenäisiä teoksia. Marx valmisti tärkeimmät matemaattiset käsikirjoituksensa, joissa asetti tehtäväkseen differentiaalilaskennan dialektisen perustelun. Ratkaisevaa osaa luonnontieteiden alalla esittivät tuolla kaudella kuitenkin Engelsin teokset, hänen »Luonnon dialektiikkansa».

»Luonnon dialektiikka» syntyi näin ollen Engelsin monivuotisen perusteellisen luonnontieteiden tutkimisen tuloksena. Aluksi Engelsillä oli aikomus esittää tutkimustensa tulokset vulgääria materialistia L. Büchneriä vastaan suunnatun poleemisen teoksen muodossa. Tämä suunnitelma ajoittuu likipitään tammikuulle 1873 (ks. tämän julkaisun sivuja 249—253). Myöhemmin Engels päätyi ajatukseen laajasuuntaisemman tehtävän asettamisesta ratkaistavakseen. »Luonnon dialektiikan» valtavan suunnitelman Engels esitti Marxille Lontoosta 30. toukokuuta 1873 Manchesteriin lähettämässään kirjeessä. Marx näytti kirjeen kuuluisalle luonnontutkijalle K. Schorlemmerille. Kirjeen alkuperäistekstissä on Schorlemmerin tekemiä merkintöjä, joissa hän hyväksyy täydellisesti Engelsin perusajatukset. Seuraavina vuosina Engels teki tavattoman suuren työn suunnitelmansa mukaisesti, mutta hänen ei onnistunut toteuttaa täydelleen ajatustaan.

»Luonnon dialektiikkaan» kuuluvat aineistot on kirjoitettu vuosien 1873 ja 1886 välisenä aikana. Tuona aikana Engels tutki suuren määrän kirjallisuutta luonnontieteen tärkeimmistä kysymyksistä ja kirjoitti 10 enemmän tai vähemmän valmista artikkelia ja lukua sekä yli 170 pienempää kirjoitusta ja katkelmaa.

Engelsin »Luonnon dialektiikan» parissa tekemä työ jakautuu kahteen perusvaiheeseen: teoksen suunnitelmasta »Anti-Dühringin» aloittamiseen (toukokuu 1873 — toukokuu 1876) ja »Anti-Dühringin» päätökseen vie-

misestä Marxin kuolemaan (heinäkuu 1878 — maaliskuu 1883). Alkuvaiheessa Engels pääasiallisesti kokosi aineistoa, kirjoitti suurimman osan katkelmista ja »Johdannon». Toisessa vaiheessa Engels laati teoksensa konkreettisen suunnitelman, kirjoitti huomattavan osan katkelmista ja melkein kaikki luvut. Marxin kuoleman jälkeen Engels syventyi kokonaan »Pääoman» julkaisemistyön loppuun viemiseen ja kansainvälisen työväenliikkeen johtotyöhön. Hänellä ei ollut enää mahdollisuutta harrastaa säännöllisesti luonnontiedettä, ja hän oli itse asiassa pakotettu keskeyttämään teoksensa kirjoittamisen. »Luonnon dialektiikka» jäi keskeneräiseksi. Tuona viimeisenä kautena kirjoittamisessa teoksissa hän käytti kuitenkin hyväksi sekä aikaisempien tutkimustensa tuloksia että luonnontieteen uutta aineistoa.

»Anti-Dühringin» toisen painoksen esipuheessa Engels sanoo, että »Luonnon dialektiikka» kirjoittaessaan hänellä oli pyrkimyksenä »päästä yksityiskohdittain varmuuteen siitä — mistä yleispiirteittäin en ollutkaan epätietoinen —, että luonnon lukemattomien muutosten vyyhdessä toteutuvat samat dialektisen liikunnan lait, jotka yhteiskunnassakin hallitsevat tapahtumain näennäistä satunnaisuutta», että en »katsonut voivani ryhtyä sovittelemaan dialektisia lakeja luontoon ulkoapäin — pyrkimyksenäni oli niiden löytäminen luonnosta itsestään ja niiden johtaminen siitä» (F. Engels, »Anti-Dühring». Lahti 1951, ss. 17 ja 19). Täten siis tehtävänä oli saada selville luonnon objektiivinen dialektiikka ja siten perustella tietoisesta materialistisen dialektiikan välttämättömyys luonnontieteessä, karkottaa luonnontieteestä pois idealismi, metafysiikka ja agnostisismi sekä vulgääri materialismi, tehdä dialektis-materialistisesti yhteenveto luonnontieteen kehityksen tärkeimmistä saavutuksista ja siten perustella materialistisen dialektiikan peruslakien yleispätevyys.

Tätä tarkoitusta varten Engels oli koonnut valtavan suuren tosiasia-aineiston. Hän käytti hyväkseen yhteensä lähes sata tunnetuimpien luonnontutkijoiden teosta, muiden muassa matematiikan alalta C. Bossutin kirjaa, tähtitieteen alalta J. H. Mädlerin ja A. Secchin, fysiikan alalta R. Mayerin, H. Helmholtzin, W. R. Groven, W. Thomsonin, R. Clausiuksen, J. C. Maxwellin, G. Wiedemannin ja T. Thomsonin, kemian alalta A. Naumannin, H. E. Roscoen ja K. Schorlemmerin, biologian alalta C. Darwinin, E. Haeckelin ja H. A. Nicholsonin teoksia sekä aikakauslehteä »Nature». Monien seikkojen vuoksi Engels ei valitettavasti voinut käyttää sellaisia tuona

aikana vähemmän tunnettuja, mutta historiallisesti yhtä tärkeitä tutkimuksia kuten Lomonosovin, Lobatševskin, Riemannin, Butlerovin teoksia tai Maxwellin sähkömagnetismia käsitteleviä tutkimuksia.

»Luonnon dialektiikka» on yhteisten perusajatusten ja yhtenäisen johdonmukaisen suunnitelman sitoma ehyt kokonaisuus huolimatta siitä, että se jäi keskeneräiseksi ja sen erinäiset osat ovat luonteeltaan ennakkohahmotelmia ja katkelmallisia muistiinpanoja.

Luonnontieteen historian, varsinkin renessanssiajalta 1800-luvun puoliväliin jatkuneen kehityksen historian runsaan aineiston perusteella Engels osoitti »Luonnon dialektiikassa», että luonnontieteen kehitys juontuu loppukädessä käytännön, tuotannon tarpeista. Ensi kerran marxilaisuuden historiassa Engels tarkasteli teoksessaan kaikinpuolisesti kysymystä filosofian ja luonnontieteen keskinäisyydestä, osoitti niiden erottamattoman yhteyden ja todisti, että »luonnontieteessä, sen oman kehityksen johdosta, on metafyyminen käsitystapa tullut mahdottomaksi», että »paluu dialektiikkaan tapahtuu tiedottomasti ja siitä syystä ristiriitaisesti ja hitaasti», että hegeliläisestä mystillisyydestä riisuttu dialektiikka »tulee ehdottomaksi välttämättömyydeksi luonnontieteelle» (ks. tämän julkaisun sivuja 20, 251), ja asetti luonnontutkijain tehtäväksi dialektisen menetelmän tietoisien omaksumisen.

Engels kehitti dialektisen materialismin perusajatuksia materiasta ja liikkeestä, avaruudesta ja ajasta. Hän konkretisoi dialektiikan määritelmän, muotoili dialektiikan kolme peruslakia ja osoitti, että »dialektiset lait ovat luonnon todellisia kehityslakeja ja että ne siis pätevät myös teoreettisessa luonnontutkimuksessa» (sama, s. 76).

»Luonnon dialektiikan» ydinajatuksena on materian liikkeen muotojen luokittelu ja sitä vastaava näitä liikemuotoja tutkivien tieteiden luokittelu. Liikkeen alin muoto on yksinkertainen paikanmuutos, korkein muoto on ajattelu. Luonnontieteiden tutkimia liikkeen perusmuotoja ovat mekaaninen, fysikaalinen, kemiallinen ja biologinen liike. Jokainen liikkeen alempi muoto muuttuu dialektisen harppauksen kautta korkeammaksi muodoksi. Jokainen liikkeen korkeampi muoto sisältää alisteisena momenttina alemman muodon, mutta ei rajoitu siihen. Tämän materian liikemuotoja koskevan opin perusteella Engels suorittaa luonnontieteiden dialektis-materialistisen luokittelun, jossa kukin tiede »erittelee yhtä ainoata liikemuotoa tai joukkoa yhteenkuuluvia ja toisikseen muuttuvia liikemuotoja» (sama, s. 307).

Tähän ydinajatuksen pohjaten Engels tarkastelee johdonmukaisesti matematiikan, mekaniikan, fysiikan, kemian ja biologian dialektista sisältöä. Tällöin hän tähdentää matematiikassa matemaattisten abstraktioiden näennäisen apriorisuuden ongelmaa, tähtitieteessä aurinkokunnan synnyn ja kehityksen ongelmaa, fysiikassa energian muuttumisteoriaa, kemiassa atomismin ongelmaa, biologiassa elämän synnyn ja olemuksen ongelmaa, soluteoriaa ja darvinismia. Välirenkaana luonnontieteestä yhteiskuntahistoriaan siirryttäessä on Engelsingin kehittelemä ihmisen alkuperän työteoria.

Tarkastellessaan kaikkia näitä ongelmia Engels ei rajoitu jonkin luonnontieteellisen löydön yksinkertaiseen toteamiseen, vaan soveltamalla dialektis-materialistista menetelmää tulkitsee uudella tavalla luonnontieteen tärkeimpiä saavutuksia. Niinpä puhuessaan R. Mayerin ja muiden energian säilymislain todenneiden tiedemiesten löydön merkityksestä Engels korostaa, että tuossa löydössä oli spesifisesti uutta nimenomaan luonnon ehdottoman lain formulointi: mikä hyvänsä liikemuoto voi muuttua ja muuttuu pakostakin miksi hyvänsä toiseksi liikemuodoksi. Engels rikastutti energian säilymislain ymmärtämistä esittämällä teesin, että energia ei ole häviämätön ainoastaan määrällisessä, vaan myös laadullisessa suhteessa, että äärettömässä maailmankaikkeudessa yksikään liikemuoto toiseksi liikemuodoksi muuttuessaan ei sinänsä voi kadota täydellisesti. Tai puhuessaan Darwinin löydön maailmanhistoriallisesta merkityksestä Engels samalla osoitti, että Darwin ei selittänyt eliöiden muuttumisen syytä. Engels arvosteli yksipuolista käsitystä, joka korotti absoluuttiin »olemassaolotaistelun», ja tähdensi ympäristön osuutta eliöiden kehityksessä sekä aineenvaihdunnan osuutta niiden tärkeimpänä toimintona.

Dialektis-materialistista menetelmää soveltamalla Engels ratkaisi monia aikakautensa luonnontieteen ongelmia, hahmotteli tieteen tulevan kehityksen tiet ja ennakoiki eräitä sen myöhempiä saavutuksia. Niinpä Engels ratkaisi esimerkiksi kysymyksen liikkeen kahdesta mitasta; eritellessään aikansa sähköopissa ilmenneitä ristiriitaisuuksia hän ennakoiki elektrolyyttisen dissosiaation teorian.

Toisin kuin suurin osa aikalaisistaan tiedemiehistä Engels puolusti ja kehitti ajatusta atomien monimutkaisuudesta: »Nyt ei atomeja pidetäkään yksinkertaisina taikka ylipäänsä pienimpinä tunnettuina aineosasina» (sama, s. 332). Engels aavisti nerokkaasti sellaisten hiuk-

kasten olemassaolon, jotka ovat erilaatuisten matemaattisten äärettömän pienten suureiden analogioita. Nykyinen oppi materian rakenteesta on todistanut ja todistaa edelleenkin oikeiksi Engelsin katsomukset atomin monimutkaisuudesta ja sen ehtymättömyydestä. Aivan samoin kehittäessään käsitystä materiasta kuten vetovoiman ja poistovoiman ykseydestä Engels osoitti, että periaatteessa on mahdollista sellaisen materian olemassaolo, jolla ei — nykyfysiikan kieltä käyttäen — ole massaa levossa, minkä 1900-luvun löydöt ovat vahvistaneet.

»Luonnon dialektiikassa» Engels antoi ensi kerran määritelmänsä elämästä: »Elämä on valkuaiskappaleiden olintapa» (sama, s. 369). Tämä määritelmä oli lähtökohdana elämän syntyä ja olemusta koskevan kysymyksen tutkimisessa.

Engelsin suurimpia ansioita on ihmisen alkuperää koskevan työteorian kehittäminen. Loistavassa tutkielmassaan »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» Engels selvitti verrattoman mestarillisesti työn, työvälineiden tuotannon ratkaisevan osuuden ihmisen fyysisen rakennetyypin muotoutumisessa ja ihmisyyhteiskunnan muodostumisessa osoittamalla, miten apinanmuotoisesta esivanhemmasta kehittyi pitkäaikaisen historianprosessin tuloksena laadullisesti eriyvä olento — ihminen.

Engels tuki, asetti etualalle ja kehitti edelleen edistyksellisiä katsomuksia ja teorioita kaikilla tieteenaloilla. Hän arvosti korkealle muun muassa kemiallisten alkuaineiden jaksollisen järjestelmän luoja, suuren venäläisen tiedemiehen D. I. Mendelejevin tieteellisen uroteon. Samalla Engels taisteli päättävästi niitä käsityksiä vastaan, jotka eivät enää vastanneet tieteen uusia saavutuksia ja jarruttivat tieteellisen tutkimustyön edistystä. Hän arvosteli perusteellisesti esimerkiksi R. Clausiuksen, W. Thomsonin ja J. Loschmidtin hypoteesia niin sanotusta maailmankaikkeuden »lämpökuolemasta». Engels osoitti, että tuo muotiin tullut hypoteesi oli ristiriidassa energian säilymisen ja muuttumisen oikein ymmärretyin lain kanssa. Engelsin periaatteelliset teesit liikkeen häviämättömyydestä paitsi määrällisessä myös laadullisessa mielessä ja siitä johtuvasta maailmankaikkeuden »lämpökuoleman» mahdottomuudesta viitoittivat tien, jota myöten edistyksellinen luonnontiede alkoi kehittyä.

Tuoden esiin luonnon dialektisuuden Engels käy teoksessaan leppymätöntä taistelua kaikenlaisia luonnontutkijain keskuudessa ilmenneitä tieteenvastaisia ten-

denssejä kuten vulgääriä materialismia, metafysiikkaa, idealismia ja agnostisismia vastaan, yksipuolista empirismia ja mekanismia, spiritismia ynnä muita uskonnollisen ideologian ilmiöitä vastaan.

On itsestään selvää, että »Luonnon dialektiikan» erinäiset yksityiskohdat ja ennen kaikkea se tosiasia-aineisto, johon Engels pohjautui, eivät ole voineet olla vanhentumatta kuluneiden vuosikymmenien aikana tapahtuneen kaikkien luonnontieteiden myrskyisän ja kumouksellisen kehityksen seurauksena. On vanhentunut esimerkiksi Kantin ja Laplacen kosmogoninen hypoteesi, jota Engels piti lähtökohtanaan. Eetterin mekanistinen hypoteesi on hyljätty lopullisesti. On todettu, että sähkövoiman nopeus ei voi ylittää valon nopeutta. Kaikki tämä ei kuitenkaan vaikuta »Luonnon dialektiikan» olemukseen. Kirjan yleinen metodologia ja yleinen oppirakennelma säilyttävät edelleenkin pysyvän merkityksensä.

Tärkeintä »Luonnon dialektiikassa» on sen metodi, materialistinen dialektiikka. Engels toi siinä tavattoman voimakkaasti esiin teoreettisen ajattelun, metodin osuuden maailman tiedostamisessa. »Dialektiikan halveksiminen ei jää rankaisematta», sillä ilman teoreettista ajattelua »ei ole mahdollista yhdistää toisiinsa kahden luonnon tosiasiaa tai nähdä niiden kesken vallitsevaa yhteyttä», ja nimenomaan dialektiikka »on ainoa korkeimman asteen ajatusmetodi, joka vastaa luonnontiedon nykyistä kehitystasetta» (sama, ss. 73, 261).

»Luonnon dialektiikassa» on kehitelty täydellisemmin kuin muissa marxilaisuuden perustanlaskijain teoksissa sellaisia dialektiikan ongelmia ja kategorioita kuin kausaliteettia, välttämättömyyttä ja sattunaa, arvostelun muotojen luokittelua, induktion ja deduktion suhdetta, hypoteesin osuutta luonnontieteen kehitysmuotona ja monia muita.

Keskeneräisenäkin tämä neroutta osoittava teos hämmästyttää teoreettisen sisältönsä rikkaudella ja syvyydellä. »Luonnon dialektiikka» merkitsee uutta vaihetta dialektisen materialismin kehityksessä. Tässä teoksessaan Engels on kehittänyt oleellisesti materialismia ja dialektiikkaa ja viitoittanut tien aikansa luonnontieteen perusongelmien ratkaisemiseen.

Engelsin ei onnistunut valmistaa lopullisesti teostaan ja julkaista sitä. »Luonnon dialektiikan» eräät teesit tulivat kuitenkin lukijan tietoon jo 1800-luvun viimeisellä neljänneksellä, sillä Engels esitti niitä useissa julkaisemisissaan teoksissa, lähinnä sellaisissa kuin »Anti-

Dühring», »Ludwig Feuerbach ja klassillisen saksalaisen filosofian loppu» sekä esipuheessa teoksensa »Sosialismin kehitys utopiasta tieteksi» englanninkieliseen painokseen.

V. I. Lenin kehitti nerokkaasti »Luonnon dialektiikan» aatteita teoksessaan »Materialismi ja empiriokritisismi», jossa hän yleisti filosofisesti sen valtavan suuren luonnontieteellisen aineiston, joka oli karttunut 1900-luvun alkuun mennessä. Lenin kehitti edelleen noita aatteita »Filosofian vihkoissaan» sekä ohjelmallisessa artikkelissaan »Taisteluhenkisen materialismin merkityksestä». Lenin ei tuntenut »Luonnon dialektiikkaa», mutta Marxin ja Engelsin luomaan dialektiseen materialismiin nojaten hän teki monissa periaatteellisissa kysymyksissä samoja johtopäätöksiä ja kehitti edelleen samoja ajatuksia, joita Engels oli esittänyt »Luonnon dialektiikassa».

1900-luvulla tapahtunut luonnontieteen kehitys vahvasti ja rikastutti Marxin ja Engelsin luomaa dialektis-materialistista luonnonkäsitystä. Planckin, Bohrin ja de Broglien löydöt fysiikan alalla olivat luonnontieteellisenä perustana dialektiselle väittämälle materian diskreettisuuden ja jatkuvuuden yhteydestä. Einsteinin suhteellisuusteoria täsmensi Engelsin teesejä materiasta, liikkeestä, avaruudesta ja ajasta. Nykyaikainen alkeishiukkasten teoria puolustaa loistavasti Engelsin ja Leninin käsityksiä atomin ja elektronin ehtymättömyydestä. Yhtä menestyksellisesti ovat tulleet vahvistetuiksi dialektisen materialismin johtopäätökset myös biologian alalla. Kybernetiikka sekä luonnontieteen monet uudet alat, kuten fysikaalinen kemia, biokemia, geofysiikka, kosminen biologia ynnä muut ovat täydellisesti todistaneet ja todistavat oikeaksi Engelsin ennustuksen, että suurimmat saavutukset ovat odotettavissa nimenomaan eri tieteiden yhtymäkohdissa.

Tällaisia ovat marxilaisen metodologian — dialektis-materialistisen metodin — historiallisen tarkastuksen tulokset. Kuluneet vuosikymmenet ovat osoittaneet, kuinka syvälinen oli Engelsin ja Leninin ajatus filosofian ja luonnontieteen, filosofien ja luonnontutkijoiden liittoutumisen välttämättömyydestä. Tulevaisuus osoittaa vielä suuremmassa määrin tuon vaatimuksen merkityksen.

Miltei vuosisataisen historian kulku on todistanut oikeaksi »Luonnon dialektiikan» teorsettisen sisällön, jota tieteen ja tekniikan uudet saavutukset rikastuttavat jatkuvasti. Engelsin nerokkaan teoksen kuolemattomat

aatteet valaisevat edelleenkin tieteen kehityksen teitä atomivoiman ja kyberneettisten koneiden aikakaudella, elävän luonnon lainomaisuuksien selvittämisen ja kosmisen avaruuden valtauksen aikakaudella, kommunismin suurella aikakaudella.

* * *

»Luonnon dialektiikan» aineisto jäi haltuumme neljänä nippuna, joiksi Engels jaotteli vähän ennen kuolemaansa kaikki teokseen kuuluvat artikkelit ja katkelmat. Engels otsikoi nuo niput seuraavasti: 1) »Dialektiikka ja luonnontiede», 2) »Luonnontutkiminen ja dialektiikka», 3) »Luonnon dialektiikka» ja 4) »Matematiikka ja luonnontiede. Erilaista». Ainoastaan kahdessa (toisessa ja kolmannessa) noista neljästä nipusta on Engelsin laatima aineistojen sisällysluettelo. Mainittujen sisällysluettelojen ansiosta tiedämme tarkasti, mitkä aineistot ja missä peräkkäisjärjestyksessä Engels sijoitti toiseen ja kolmanteen nippuun. Mitä tulee ensimmäiseen ja neljähän nippuun, niin emme ole varmoja siitä, onko niihin sisältyvä aineisto Engelsin suunnittelemassa järjestyksessä.

Ensimmäisessä nipussa (»Dialektiikka ja luonnontiede») on kaksi osaa: 1) 11:lle Engelsin numeroimalle kaksoislehdelle tehdyt muistiinpanot, joista kullakin on otsikkona »Luonnon dialektiikka»; nuo toisistaan viivoilla erotetut muistiinpanot ajoittuvat vuosille 1873—1876 ja on kirjoitettu siinä aikajärjestyksessä, jonka mukaan ne on sijoitettu käsikirjoituksen numeroiduille lehdille; 2) 20 numeroimatonta lehteä, joista kullakin on yksi pitempi ja muutamia lyhyempiä, toisistaan viivoilla erotettuja muistiinpanoja, vain hyvin harvoissa muistiinpanoissa on tietoja, joiden mukaan voidaan määrittellä niiden kirjoittamisaika.

Toiseen nippuun (»Luonnontutkiminen ja dialektiikka») sisältyy kolme isoa kirjoitusta: »Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa», »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä» ja »Nägelin kykenemättömyydestä tiedostaa ääretöntä»; »'Anti-Dühringin' vanha esipuhe. Dialektiikasta», artikkeli »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» ja laaja katkelma »Poisjätettyä 'Feuerbachista'». Engelsin laatimasta tämän nipun sisällysluettelosta näkyy, että alunperin siihen sisältyi vielä kaksi artikkelia: »Liikkeen perusmuodot» ja »Luonnontutkimus henkimaailmassa». Sitten Engels pyyhki toisen nipun sisällysluettelosta pois nämä kaksi artikkelia ja siirsi ne kolmanteen nippuun, johon sijoit-

ti kaikki keskeneräiseksi jääneen teoksensa viimeistellyimmät ainesosat.

Kolmas nippu (»Luonnon dialektiikka») sisältää kuusi eniten muokattua artikkelia: »Liikkeen perusmuodot», »Liikkeen mitta. — Työ», »Sähkö», »Luonnontutkimus henkimaailmassa», »Johdanto» ja »Vuorovesikitka».

Neljäs nippu (»Matematiikka ja luonnontiede. Eri-laista») sisältää kaksi keskeneräistä lukua: »Dialektiikka» ja »Lämpö»; 18 numeroimatonta lehteä, joista kukin on yksi pitkä ja muutamia lyhyitä, toisistaan viivoilla erotettuja muistiinpanoja ja muutamia lehtiä, joilla on matemaattisia laskelmia. Neljännen nipun kirjoitusten joukossa on kaksi »Luonnon dialektiikan» suunnitelmaluonnosta. Tämän nipun aineistojen kirjoittamisaika voidaan määritellä vain aniharvoissa tapauksissa.

Nippujen sisältöä sekä »Luonnon dialektiikan» lukujen ja katkelmien kirjoittamisaikaa osoittavat seikkaperäiset hakemistot on sijoitettu tämän kirjan loppuun (ss. 438—449).

»Luonnon dialektiikan» neljän nipun sisällyksestä näkyy, että Engels sijoitti niihin varta vasten »Luonnon dialektiikkaa» varten kirjoittamiensa lukujen ja hahmotelmien lisäksi vielä muutamia sellaisia käsikirjoituksia, joita alunperin ei ollut tarkoittanut sitä varten. Niitä ovat: »'Anti-Dühringin' vanha esipuhe», kaksi »Huomautusta» »Anti-Dühringiin» (»Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa» ja »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä»), »Poisjätettyä 'Feuerbachista'», »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» ja »Luonnontutkimus henkimaailmassa».

»Luonnon dialektiikan» tähän painokseen sisältyy kaikki se, mitä oli Engelsin jättämässä neljässä nipussa, paitsi lehtiä, joilla oli irrallisia matemaattisia laskelmia ilman selittävää tekstiä, ja seuraavia muistiinpanoja, jotka sisältönsä puolesta eivät ilmeisestikään kuulu »Luonnon dialektiikkaan»: 1) »Anti-Dühringin» »Johdannon» alkuperäinen hahmotelma (nykyaikaisesta sosialismista), 2) orjuutta koskeva katkelma, 3) otteita C. Fourierin kirjasta »Le nouveau monde industriel et sociétaire» (nämä kolme artikkelia kuuluvat »Anti-Dühringin» valmistelemaan aineistoon) ja 4) lyhyt merkintö, jossa Engels mainitsee saksalaisen kemistin F. Paulin kielteisestä suhtautumisesta arvon työteoriaan.

Näissä puitteissaan »Luonnon dialektiikka» koostuu 10 artikkelista ja luvusta, 169 muistiinpanosta ja katkelmasta ja 2 suunnitelmaluonnoksesta, yhteensä 181 ainesosasta.

Tässä julkaisussa koko aineisto on sijoitettu teemoittain, Engelsin suunnitelman niitä peruslinjoja vastaan, jotka hän hahmotteli kahdessa »Luonnon dialektiikan» esityksessä suunnitelmaluonnoksessa. Kumpikin luonnos on sijoitettu kirjan alkuun. Toinen niistä on yksityiskohtaisempi ja käsittää koko teoksen, se on kirjoitettu kaikesta päätellen elokuussa 1878; toinen, vain osan teosta käsittävä, on kirjoitettu suunnilleen vuonna 1880. »Luonnon dialektiikan» aineisto, jonka parissa Engels työskenteli keskeytyksin 13 vuoden aikana (1873—1886), ei vastaa täydellisesti kokonaissuunnitelmassa hahmoteltuja kohtia, ja siksi on mahdotonta noudattaa täsmällisesti vuoden 1878 suunnitelman kaikkia yksityiskohtia Käsikirjoituksen perussisältö ja »Luonnon dialektiikan» suunnitelman peruslinjat vastaavat kuitenkin täydellisesti toisiaan. Siksi suunnitelmaluonnokset onkin otettu aineiston sijoittelun perustaksi. Tällöin on noudatettu itsensä Engelsin (nippuja ryhmitellessään) hahmottelemaa toisaalta enemmän ja vähemmän viimeisteltyjen lukujen ja toisaalta valmistelevien muistiinpanojen välistä jaotusta. Näin ollen koko kirja jakautuu kahteen osaan: 1) artikkeleihin ja lukuihin ja 2) muistiinpanoihin ja katkelmiin. Kummassakin osassa aineisto on sijoitettu saman, Engelsin suunnitelman peruslinjoja vastaavan ohjekaavan mukaan.

Engelsin suunnitelman peruslinjat määräävät seuraavanlaisen osien peräkkäisjärjestyksen: a) historiallinen johdanto, b) materialistisen dialektiikan yleiset kysymykset, c) tieteiden luokittelu, d) ajatuksia erillisten tieteiden dialektisestä sisällöstä, e) luonnontieteen eräiden ajankohtaisten metodologisten ongelmien tarkastelua, f) siirtyminen yhteiskuntatieteisiin. Viimeistä edeltänyt osa jäi Engelsiltä miltei kehittelemättä.

Suunnitelman peruslinjat edellyttävät »Luonnon dialektiikan» alkupuolen muodostavien artikkeleiden ja lukujen seuraavaa järjestystä:

- 1) Johdanto (kirjoitettu 1875—1876);
- 2) »Anti-Dühringin» vanha esipuhe. Dialektiikasta (toukokuu—kesäkuu 1878);
- 3) Luonnontutkimus henkimaailmassa (vuoden 1878 alku);
- 4) Dialektiikka (vuoden 1879 loppu);
- 5) Liikkeen perusmuodot (1880—1881);
- 6) Liikkeen mitta. — Työ (1880—1881);
- 7) Vuorovesikitka (1880—1881);
- 8) Lämpö (huhtikuu 1881 — marraskuu 1882);
- 9) Sähkö (1882);

10) Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi (kesäkuu 1876).

Kaikkien näiden artikkelien ja lukujen temaattinen järjestys vastaa aikajärjestystä. Poikkeuksena on artikkeli työn osuudesta, joka on välirenkaana siirryttäessä luonnontieteistä yhteiskuntatieteisiin. Engelsin suunnitelmaluonnoksessa ei ole lainkaan mainittu artikkeleita »Luonnontutkimus henkimaailmassa». Alunperin Engelsillä oli todennäköisesti aikomus julkaista se erillisinä jossakin aikakauslehdessä, ja hän sisällytti sen »Luonnon dialektiikkaan» vasta myöhemmin. Se on sijoitettu artikkelien ja lukujen jaksossa kolmannelle paikalle, koska sillä, samoin kuin kahdella edelliselläkin artikkelilla, on yleismetodologinen merkitys ja perusajatuksensa puolesta (teoreettisen ajattelun välttämättömyys empiiriselle luonnontieteelle) se liittyy melko läheisesti »'Anti-Dühringin' vanhaan esipuheeseen».

Mitä tulee muokkaamattomien hahmotelmien, muistiinpanojen ja katkelmien suhteen, jotka muodostavat kirjan toisen puolen, niin vertailemalla niitä Engelsin suunnitelmaluonnoksiin voidaan tuo aineisto jaotella seuraaviin rubriikkeihin:

- 1) Tieteen historiasta;
- 2) Luonnontiede ja filosofia;
- 3) Dialektiikka;
- 4) Materian liikkeen muodot, tieteiden luokittelu;
- 5) Matematiikka;
- 6) Mekaniikka ja tähtitiede;
- 7) Fysiikka;
- 8) Kemia;
- 9) Biologia.

Kun verrataan näitä katkelmien rubriikkeja »Luonnon dialektiikan» kymmenen artikkelin ja luvun otsikkoihin, niin osoittautuu, että artikkelien sijoittelu vastaa melkein täydelleen katkelmien sijoittelujärjestystä. »Luonnon dialektiikan» ensimmäistä artikkelia vastaa katkelmien 1. osasto. Toista ja kolmatta artikkelia vastaa katkelmien 2. osasto. Neljättä artikkelia vastaa katkelmien 3. osasto. Viidettä artikkelia vastaa katkelmien 4. osasto. Kuudetta ja seitsemättä artikkelia vastaa katkelmien 6. osasto. Kahdeksatta ja yhdeksättä artikkelia vastaa katkelmien 7. osasto. Kymmenennellä artikkelilla ei ole vastaavaa katkelmaosastoa.

Erillisten rubriikkien sisällä katkelmat on sijoitettu niin ikään teemoittain. Aluksi annetaan yleisiä kysymyksiä käsittelevät katkelmat ja sitten yksityisluonteisempia kysymyksiä koskevat. »Tieteen historiasta» -osas

tossa katkelmat on sijoitettu historiallisessa järjestyksessä: alkaen tieteen synnystä muinaiskansojen keskuudessa aina Engelsin aikalaisiin asti. »Dialektiikka»-osastossa esitetään aluksi dialektiikan yleisiä kysymyksiä ja peruslakeja koskevat muistiinpanot ja sitten niin sanottua subjektiivista dialektiikkaa koskevat muistiinpanot. Jokainen osasto päättyy mikäli mahdollista sellaisiin katkelmiin, jotka johdattavat seuraavaan osastoon.

Engelsin eläessä ei julkaistu »Luonnon dialektiikkaan» kuuluvia aincistoja. Hänen kuolemansa jälkeen käsikirjoitus oli kolmekymmentä vuotta kätkettynä Saksan sosialidemokraattisen puolueen arkistossa. Julkaistiin ainoastaan kaksi »Luonnon dialektiikkaan» sisältävää artikkelia: »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» vuonna 1896 aikakauslehdessä »Neue Zeit» ja »Luonnontutkimus henkimaailmassa» 1898 vuosikirjassa »Illustrirter Neue Weltkalender». Ensi kerran »Luonnon dialektiikka» julkaistiin täydellisenä Neuvostoliitossa 1925 saksan kielellä rinnan venäjännöksen kanssa (»Marxin ja Engelsin arkisto», toinen nide). Myöhemmin Engelsin kirja on ilmestynyt monina uusintapainoksina. Niissä on täsmennetty käsikirjoituksen tulkintaa ja parannettu aineiston sijoittelujärjestystä. Huomattavimpia näistä myöhemmistä painoksista ovat teoksen alkuperäisellä kielellä vuonna 1935 julkaistu painos (Marx-Engels. Gesamtausgabe. F. Engels. »Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft. Dialektik der Natur». Sonderausgabe. Moskau-Leningrad, 1935) ja venäjänkielinen vuoden 1941 painos, jonka mukaan on tehty monilukuisia painoksia maailman eri maissa. Tässä julkaisussa »Luonnon dialektiikan» aineisto on sijoitettu samalla tavalla kuin venäjänkielisessä vuoden 1941 painoksessa. Huomattavasti täydennetyt ja laajennetut hakemistot on laadittu Marxin ja Engelsin Teosten toisen venäjänkielisen painoksen (Moskova 1961) 20. osan mukaan.

*NKP:n Keskuskomitean
marxismi-leninismiin instituutti*

[SUUNNITELMALUONNOKSIA]

[KOKONAISUUNNITELMAN LUONNOS]¹

1. Historiallinen johdanto: Luonnontieteessä, sen oman kehityksen johdosta, on metafyyminen käsitystapa tullut mahdottomaksi.

2. Teoreettisen kehityksen kulku Saksassa Hegelistä lähtien (vanha esipuhe²). Paluu dialektiikkaan tapahtuu tiedottomasti ja siitä syystä ristiriitaisesti ja hitaasti.

3. Dialektiikka tieteenä kaikki käsittävästä yhteydestä. Päälait: määrän muuttuminen laaduksi — äärimmäisten vastakohtien molemminpuolinen toistensa läpäiseminen ja muuttumisen toisikseen äärimmilleen kärjistyneinä — kehitys ristiriidan kautta eli kieltämisen kieltäminen — kehityksen spiraalimainen muoto.

4. Tieteiden yhteys. Matematiikka, mekaniikka, fysiikka, kemia, biologia. St. Simon (Comte) ja Hegel.

5. *Aperçus** eri tieteistä ja niiden dialektisesta sisällöstä:

1) matematiikka: dialektiset apukeinot ja käänteet. — Matemaattisesti ääretön todellisuudessa esiintyvänä;

2) taivaan mekaniikka — nähdään nykyisin *prosessina*. — Mekaniikka: lähtöisin inertias-

* — Huomioita, katsauksia. *Toim.*

ta, joka on vain liikkeen häviämättömyyden kielteinen ilmaisu;

3) fysiikka — molekylaaristen liikkeiden yllimenot toisiinsa. Clausius ja Loschmidt;

4) kemia: teorit, energia;

5) biologia. Darwinismi. Välttämättömyys ja sattuma.

6. Tiedostamisen rajat. Du Bois-Reymond ja Nägeli.³ — Helmholtz, Kant, Hume.

7. Mekaaninen teoria. Haeckel.⁴

8. Plastidulin sielu — Haeckel ja Nägeli.⁵

9. Tiede ja opetus — Virchow.⁶

10. Soluvaltio — Virchow.

11. Darwinistista politiikkaa ja yhteiskuntaoppia — Haeckel ja Schmidt.⁷ — Ihmisen eriytyminen *työn* kautta. — Taloustieteen soveltaminen luonnontieteeseen. Helmholtzin »*Työ*» [»*Arbeit*»] -käsite (»Populäre Vorträge», II).⁸

[OSASUUNNITELMAN LUONNOS]⁹

1. Liike yleensä.
2. Vetovoima ja poistovoima. Liikkeen siirtäminen.
3. Energian säilyminen (sen laki) tähän sovellettuna. Poistovoima + vetovoima. — Poistovoiman = energian esiinastuminen.
4. Paino — taivaankappaleet — maan mekaniikka.
5. Fysiikka. Lämpö. Sähkö.
6. Kemia.
7. Yhteenveto.
 - a) Ennen 4: Matematiikka. Ääretön suora viiva. + ja — yhtä suuria.
 - b) Tähtitieteessä: vuoksaallon suorittama työ.

Helmholtzin kaksinkertainen laskenta, II, s. 120.*

Helmholtzin »Voimat», II, s. 190.**

* Vrt. tämän julkaisun ss. 101—106. *Toim.*

** Vrt. tämän julkaisun ss. 98—100. *Toim.*

[ARTIKKELEITA JA LUKUJA]

JOHDANTO¹⁰

Nykyaikainen luonnontutkimus, ainoa, joka on johtanut tieteelliseen, järjestelmälliseen, kaikinpuoliseen kehitykseen päinvastoin kuin antiikin ajattelijain nerokkaat luonnonfilosofiset aavistelut ja arabien erittäin merkittävät, mutta irralliset ja suurimmaksi osaksi tuloksettomasti häipyneet keksinnöt, — nykyaikainen luonnontutkimus juontaa alkunsa samoin kuin koko uuden ajan historiakin tuosta valtavasta aikakaudesta, jota me saksalaiset, meille silloin sattuneen kansallisonnettomuuden mukaan nimitämme uskonpuhdistukseksi, ranskalaiset renessanssiksi ja italialaiset cinquecentoksi*, ja jota mikään näistä nimistä ei ilmaise tyhjentävästi. Se on 15. vuosisadan jälkipuoliskolla alkanut aikakausi. Kaupunkilaisten tukema kuningasvalta mursi feodaaliaateliston vallan ja perusti suuret, pääasiassa kansallisuudelle perustuvat monarkiat, joissa uudenaikaiset eurooppalaiset kansakunnat ja uudenaikainen porvarillinen yhteiskunta pääsivät kehittymään; ja samaan aikaan kun kaupunkilaiset ja aatelisto olivat vielä tukkanuottasilla, viittasi Saksan talonpoikais-sota profetallisesti tuleviin luokkataisteluihin

* — kirjaimellisesti: 500-luku, ts. 16. vuosisata. *Toim.*

tuoden näyttämölle paitsi kapinallisia talonpoikia — se ei ollut enää mitään uutta — heidän takanaan myös nykyisen proletariaatin edeltäjät punainen lippu kädessä ja omaisuuden yhteisyys huulilla. Bysantin kukistumisesta pelastuneista käsikirjoituksista ja Rooman raunioista esiin kaivetuista antiikin muistopatsaista avautui hämmästyneelle Lännelle uusi maailma, Kreikan muinaisaika; sen valoisten hahmojen edessä katosivat keskiajan haamut; Italia nousi aavistamattomaan taiteen kukoistukseen, joka ilmestyi ikään kuin klassisen muinaisajan heijastumana ja jota ei koskaan enää pystytty saavuttamaan. Italiassa, Ranskassa ja Saksassa syntyi uusi, ensimmäinen uudenaikainen kirjallisuus; Englanti ja Espanja saivat pian sen jälkeen kokea oman klassisen kirjallisuusaikakautensa. Vanhan orbis terrarumin* rajat murrettiin; Maa löydettiin oikeastaan vasta nyt ja luotiin pohja myöhemmälle maailmankaupalle ja siirtymiselle käsityöstä manufaktuuriin, joka vuorostaan muodosti lähtökohdan uudenaikaiselle suurteollisuudelle. Kirkon henkinen diktatuuri murrettiin; useimmat germaaniset kansat hylkäsivät sen suoraan ja omaksuivat protestantismia, kun taas roomanisten kansojen keskuudessa juurtui yhä enemmän arabeilta peritty ja vasta löydetyn kreikkalaisen filosofian ruokkima iloinen vapaamielisyys, joka valmisteli 18. vuosisadan materialismia.

Se oli suurin edistyksellinen mullistus, jonka ihmiskunta oli siihen mennessä kokenut, se oli aikaa, joka tarvitsi jättiläisiä ja synnytti jättiläisiä, ajatuksen voiman, intohimon ja luonteen jättiläisiä, monipuolisuuden ja oppineisuu-

* — kirjaimellisesti: maan piirin; muinaiset roomalaiset nimittivät siten maailmaa, maapalloa. *Toim.*

den jättiläisiä. Miehet, jotka perustivat porvariston nykyisen herruuden, olivat kaikkea muuta kuin porvarillisesti rajoittuneita. Päinvastoin ajan seikkailuhenkinen luonne oli tartuttanut heidät enemmän tai vähemmän. Siihen aikaan oli tuskin huomattavaa merkkihenkilöä, joka ei olisi suorittanut pitkiä matkoja, puhunut neljää tai viittä kieltä, loistanut useilla toiminnan aloilla. Leonardo da Vinci ei ollut vain suuri maalari, hän oli myös suuri matemaatikko, mekaniikko ja insinööri, jota mitä erilaisimmat fysiikan haarat saavat kiittää tärkeistä keksinnöistä; Albrecht Dürer oli maalari, kuparipiirtäjä, kuvanveistäjä, arkkitehti ja keksi sitä paitsi linnoitussysteemin, joka sisältää monia Montalembertin ja uudemman saksalaisen linnoitusopin paljoa myöhemmin käytäntöön ottamia ideoita. Machiavelli oli valtiomies, historiankirjoittaja, runoilija ja samalla ensimmäinen mainitsemisen arvoinen uudemman ajan sotilaskirjailija. Luther ei lakaissut vain kirkon Augiaan-tallia, vaan myös saksan kielen Augiaan-tallin, loi uudenaikaisen saksalaisen proosan ja sepitti sanat ja säveleen siihen voitonvarmaan virteen, josta tuli 16. vuosisadan marseljeesi.¹¹ Tuon ajan sankarit eivät olleet vielä sen työnjaon orjuuttamia, jonka rajoittavat, yksipuolistavat vaikutukset huomaamme niin usein heidän seuraajissaan. Mutta erikoisesti ominaista heille on se, että he miltei kaikki elävät keskellä ajan tapahtumia, käytännöllisessä taistelussa, ottavat kantaa ja taistelevat mukana, kuka sanoin ja kirjoituksin, kuka miekoin, monet molemmin. Siitä johtuu se luonteen täydellisyys ja voima, joka tekee heistä ehyitä persoonallisuuksia. Kamarioppineet ovat poikkeuksia: joko toisen ja kolmannen luokan väkeä tai varovaisia poroporvareita, jotka eivät halua polttaa sormiaan.

Luonnontutkimuskin liikkui siihen aikaan yleisen vallankumouksen keskellä ja oli itsekin läpikotaisin vallankumouksellista: olihan sen hankittava taistellen olemassaolonsa oikeus. Käsi kädessä suurten italialaisten kanssa, joista uudempi filosofia juontaa alkunsa, se antoi marttyyreitaan inkvisition polttoroviolle ja vankiloihin. Ja kuvaavaa on, että protestantit ylittivät katolilaiset vapaan luonnontutkimuksen vainoamisessa. Calvin poltatti Servetin, kun tämä oli keksimäisillään verenkierron, antaen kärventää häntä elävänä tulella kaksi tuntia; inkvisitio oli sentään tyytynyt Giordano Brunon yksinkertaiseen polttamiseen.

Vallankumouksellinen teko, jolla luonnontutkimus julisti riippumattomuutensa ja ikään kuin toisti Lutherin suorittaman paavin bullan polttamisen, oli sen kuolemattoman teoksen julkaiseminen, jolla Kopernikus, tosin arkaillen ja niin sanoaksemme vasta kuolinvuoteellaan, heitti kirkon auktoriteetille taisteluhansikkaan luontoa koskevissa kysymyksissä.¹² Siitä alkaa luonnontutkimuksen vapautuminen teologiasta, vaikka yksittäisten molemminpuolisten vaateiden selvittely on ulottunut meidän päiviimme saakka eikä ole monissa päissä vieläkään lopullisesti päättynyt. Mutta siitä lähtien myös tieteiden kehitys kulki jättiläisaskelin eteenpäin ja on voimistunut niin sanoaksemme suoraan verrannollisena (ajallisen) etäisyyden neliöön lähtökohdasta lukien. Oli ikään kuin maailmalle olisi pitänyt todistaa, että tästä lähtien oli orgaanisen materian korkeimmalle tuotteelle, inhimilliselle hengelle, voimassa päinvastainen liikelaki kuin epäorgaaniselle aineelle.

Päätyö nyt alkaneella luonnontieteen ensimmäisellä kaudella oli käsillä olevan aineiston selvittäminen. Useimmilla aloilla piti aloittaa

aivan aakkosista. Antiikki oli jättänyt jälkeensä Eukleideen sekä Ptolemaioksen aurinkokuntajärjestelmän, arabit desimaalijärjestelmän, algebran alkeet, nykyaikaiset numerot ja alkeimian; kristillinen keskiaika ei jättänyt yhtään mitään. Asiain näin ollen oli väistämätöntä, että alkeellisin luonnontiede, maanpäällisten ja taivaankappaleiden mekaniikka otti ensimmäisen sijan, ja sen ohella ja sen palveluksessa matemaattisten menetelmien keksiminen ja jatkuva kehittäminen. Tässä saatiin suuria aikaan. Tämän kauden lopussa, jonka merkittävimpiä nimiä olivat Newton ja Linné, tapaamme nämä tieteenhaarat tiettyyn päätökseen saatettuina. Oleellisimmat matemaattiset menetelmät oli peruspiirteissään selvitetty: analyttinen geometria etupäässä Descartesin, logaritmit Napierin, differentiaali- ja integraalilaskenta Leibnizin ja kenties Newtonin ansiosta. Sama koskee kiinteiden kappaleiden mekaniikkaa, joiden pääasialliset lainmukaisuudet selvitettiin kerta kaikkiaan. Vihdoin aurinkokunnan astronomiassa oli Kepler löytänyt planeettojen liikkeen lait ja Newton oli muotoillut ne materian liikunnan yleisten lakien näkökulmasta katsoen. Muut luonnontieteen haarat olivat kaukana tällaisesta alustavastakin päätöksestä. Nestemäisten ja kaasumaisten kappaleiden mekaniikkaa kehitettiin suuremmissa määrin vasta mainitun kauden lopulla.* Varsinainen fysiikka ei ollut vielä päässyt ulos ensimmäisistä alkeistaan, ellemme ota lukuun optiikkaa, jonka poikkeukselliset edistysaskeleet olivat tähtitieteen käytännöllisen tarpeen aiheuttamia. Kemia oli vasta vapautunut alkemiasta flogiston-teorian avulla.¹³ Geologia

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Torricelli alppi-virtojen sääntelyn yhteydessä». *Toim.*

ei ollut vielä päässyt mineralogian sikiöasteelta eikä paleontologiaa voinut näin ollen olla olemassaakaan. Biologian alalla vihdoinkin oltiin suorittamassa suunnattoman suuren aineiston, niin kasvi- ja eläintieteellisen kuin myös anatomisen ja varsinaisen fysiologisen, keruuta ja alustavaa lajittelua. Elämänmuotojen vertailusta toisiinsa, niiden maantieteellisen levinneisyyden ja ilmastollisten jne. ehtojen tutkimisesta ei juuri voinut olla puhuttakaan. Tässä pääsivät vain kasvi- ja eläintiede likipitäiseen päätöksen Linnén ansiosta.

Erityisen luonteenomaista tälle kaudelle on omalaatuisen kokonaisnäkemysmuovautuminen, jonka keskipisteenä oli käsitys *luonnon ehdottomasta muuttumattomuudesta*. Olipa luonto ilmaantunut miten tahansa, kun se kerran on läsnä, se pysyy tämän käsityksen mukaan samanlaisena niin kauan kuin se on olemassa. Kiertotähdet ja niiden seuralaiset, jotka salaperäinen »ensimmäinen sysäys» oli pannut liikkeelle, kiersivät jatkuvasti niille määrättyissä ellipseissä iankaikkisesta iankaikkiseen tai ainakin kaiken olevaisen loppuun saakka. Tähdet lepäsivät ainaisesti liikkumattomina paikallaan pitäen siinä toisiaan »yleisen vetovoiman» avulla. Maa oli ikuisuudesta tahi luomispäivästä alkaen (käsityksistä riippuen) pysynyt muuttumatta samanlaisena. Nykyiset »viisi maanosaa» olivat aina olleet olemassa, aina samat vuoret, laaksot ja joet, sama ilmasto, sama kasvi- ja eläinkunta, paitsi jos ihmiskäsi oli suorittanut muutoksia ja siirtoja. Kasvi- ja eläinlajit olivat jo ilmaantuessaan kerta kaikkiaan määrättyt, sama siitti jatkuvasti samaa, ja se oli jo suuri myönnitys, kun Linné piti mahdollisena, että siellä täällä saattoi risteyksen kautta syntyä uusia lajeja. Päinvastoin kuin ajassa kehittyvä ih-

miskunnan historia, pidettiin luonnonhistorialle ominaisena vain levittäytymistä avaruudessa. Kaikki muutos, kaikki kehitys luonnossa kiellettiin. Alkujaan niin vallankumouksellinen luonnontiede kohtasi äkkiä edessään läpeensä vanhoillisen luonnon, jossa kaikki oli vielä tänään niin kuin se oli ollut alusta alkaen ja missä — maailman loppuun saakka tai ikuisesti — kaiken piti pysyä samanlaisena kuin se oli ollut alusta alkaen.

Niin korkealla kuin 18. vuosisadan alkupuoliskon luonnontiede oli Kreikan antiikin yläpuolella aineiston tuntemuksessa, jopa sen lajittelusakin, yhtä syvällä se oli sen alapuolella aineiston ajatuksellisessa omaksumisessa, yleisessä luonnon näkemyksessä. Kreikkalaisille filosofeille maailma oli olennaisesti jotakin kaaoksesta lähtöisin olevaa, jotakin kehittynyttä, joksikin tulleutta. Käsittelemämme kauden luonnontutkijoille se oli jotakin luutunutta, jotakin muuttumatonta, useimmille jotakin kertaaheittolla tehtyä. Tiede oli vielä syvälle juuttunut teologiaan. Se etsi kaikkialta ja löysi perimmäiseksi syyksi ulkoa tulevan sysäyksen, joka ei ole selitettävissä luonnosta itsestään lähtien. Jos vetovoima, jonka Newton korkealentoisesti risti yleiseksi painovoimaksi, katsotaan materian oleelliseksi ominaisuudeksi, niin mistä tulee se selittämätön sivuaajavoima, joka vasta saakin aikaan kiertotähtien radat? Miten ovat syntyneet lukemattomat kasvi- ja eläinlajit? Ja varsinkin, miten ilmaantui ihminen, jonka suhteen oli käynyt täysin selville, ettei hän ole ollut ikuisesti olemassa? Tällaisiin kysymyksiin vastasi luonnontiede liian usein tekemällä niistä vastuunalaiseksi kaikkien olioiden luoja. Kopernikus kirjoittaa tarkasteltavan kauden alussa teologialle irtisanoutumiskirjeen; Newton päättää tämän kauden

jumalallisen ensimmäisen sysäyksen postulaatilla. Korkein yleistävä ajatus, johon silloinen luonnontiede pääsi kohoamaan, oli ajatus luonnon järjestyksen tarkoituksenmukaisuudesta, tuo lattea wolffilainen teleologia, jonka mukaan kissat on luotu syömään hiiriä, hiiret tulemaan kissojen syötäviksi ja koko luonto todistamaan Luojan viisautta. Silloiselle filosofialle lankeaa mitä suurin kunnia siitä, että se ei antanut aikansa luonnontiedon rajoitetun tilan johtaa itseään harhaan, vaan että se — Spinozasta suuriin ranskalaisiin materialisteihin — piti päättävästi kiinni maailman selittämisestä siitä itsestään lähtien ja jätti tulevaisuuden luonnontieteen huoleksi yksityiskohtaisen todistelun.

Lasken vielä 18. vuosisadan materialistit tähän kauteen kuuluviksi, koska heidän käytettävissään ei ollut muuta luonnontieteellistä aineistoa kuin edellä kuvailtu. Kantin käänteentekevä teos jäi heille salaisuudeksi, ja Laplace tuli kauan heidän jälkeensä.¹⁴ Älkäämme unohtako, että vanhentunut luonnonkäsitys, vaikka tieteen edistyminen oli kolhinut sitä joka puolelta, on hallinnut koko 19. vuosisadan alkupuolisko* ja sitä opetetaan vielä nytkin itse asiassa kaikissa kouluissa.**

Ensimmäisen aukon tähän kivettyneeseen

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Vanhan luonnonkäsityksen jäykkyys tarjosi pohjan koko luonnontieteen yleiselle yhdistämiselle kokonaisuudeksi: ranskalaiset ensyklopedistit, vielä pelkästään mekaanisesti rinnakkain, sitten samanaikaisesti St. Simon ja saksalainen luonnonfilosofia Hegelin täydentämänä.»
Toim.

** Kuinka horjumattomasti saattoi vielä 1861 uskoa tähän käsitykseen mies, jonka tieteelliset työt ovat antaneet erittäin merkittävää aineistoa niiden voittamiseen, osoittavat seuraavat klassiset sanat:

»Koko järjestelmä aurinkokunnassamme, sikäli kuin pysymme siihen syventymään, tähtää olevaisen säilyttämiseen ja sen kestämiseen muuttumattomana. Samoin kuin ei mikään eläin, mikään maan kasvi ole ammoisista ajoista lähtien tullut täydellisemmäksi eikä yleensääkään muuttunut toiseksi, samoin kuin me tapaamme kaikissa elimissä asteittaisuutta vain *rinnakkain*, ei

luonnonkäsitykseen ampui mies, joka ei ollut luonnontutkija, vaan filosofi. Vuonna 1755 ilmestyi *Kantin* »Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels». Kysymys ensimmäisestä sysäyksestä oli syrjäytetty; Maa ja koko aurinkokunta osoittautuivat joksikin ajan mukana *muodostuneeksi*. Jos luonnontutkijain suuri enemmistö olisi vähemmän tuntenut sitä ajattelemisen kammaa, jonka Newton ilmaisi varoittaessaan: fyysikko, varo metafysiikkaa!¹⁵ — olisi heidän täytynyt tehdä tästä *Kantin* nerokkaasta keksinnöstä johtopäätöksiä, jotka olisivat pelastaneet heidät loputtomilta harhailuilta ja säästäneet mittaamattomia määriä vääriin suuntiin haaskattua aikaa ja työtä. Sillä *Kantin* keksintöön sisältyi kaiken myöhemmän edistyksen lähtökohta. Jos Maa oli jotakin muodostunutta, niin sen nykyisen geologisen, maantieteellisen ja ilmastollisen tilan, sen kasvien ja eläinten täytyi myös olla muodostunutta ja sillä täytyi olla historia, ei vain avaruudessa rinnakkain, vaan myös ajassa peräkkäin. Jos tutkimusta olisi heti lähdetty päättävästi jatkamaan samaan suuntaan, olisi luonnontiede nyt paljon pitemmällä kuin se on. Mutta mitä hyvää saattoi tulla filosofias-
ta? *Kantin* teos jäi ilman välitöntä tulosta, kunnes Laplace ja Herschel monia vuosia myöhemmin kehittivät ja perustelivat sen sisällön yksityiskohtaisesti ja saattoivat »nebulaarihypoteesin» vähitellen kunniaan. Myöhemmät keksinnöt tuottivat sille vihdoin voiton; tärkeimmät niistä olivat: kiintotähtien ominaisliike,

peräkkäin, samoin kuin meidän oma sukumme on ruumiillisessa suhteessa pysynyt aina samana — niin ei myöskään samanaikaisesti olemassa olevien avaruuskappaleiden mitä suurin moninaisuus oikeuta meitä olettamaan näissä muodoissa vain erilaisia kehitysasteita, pikemminkin kaikki luotu on *yhtäläisesti* täydellistä itsessään» (*Mädler*, »Pop. Astronomie», Berlin 1861, 5. Aufl., S. 316).

vastustavan väliaineen osoittaminen maailman avaruudessa, spektraalianalyysin tuoma todistus maailman materian kemiallisesta samuudesta ja sellaisten hehkuvien sumumassojen olemassaolosta kuin Kant oli edellyttänyt.*

Mutta on lupa epäillä, olisiko luonnontutkijain enemmistö tullut niin pian tietoiseksi siitä ristiriidasta, että muuttuva Maa kantaa päällään muuttumattomia organismeja, ellei se syntymässä ollut käsitys, että luonto ei vain *ole olemassa*, vaan *on tulemassa* ja *katoamassa*, olisi saanut toiselta taholta tukea. Geologia syntyi ja näytti paitsi toistensa jälkeen muodostuneita ja päällekkäin sijoittuneita geologisia maakerrostumia myös näissä kerrostumissa säilyneitä kuolneiden eläinten kuoria ja luurankoja sekä nykyisin enää esiintymättömien kasvien runkoja, lehtiä ja hedelmiä. Oli rohjettava tunnustaa, että ei ainoastaan Maalla kokonaisuudessaan, vaan myös sen nykyisellä pinnalla ja siinä elävillä kasveilla ja eläimillä on ajallinen historia. Tunnustaminen kävi alussa melko vastahakoisesti. Cuvierin teoria Maan kokemista vallankumouksista oli vallankumouksellinen sanoissa ja taantumuksellinen asiallisesti katsoen. Se asetti yhden jumalaisen luomisen tilalle joukon toistuvia luomistekoja ja teki ihmeestä luonnon oleellisen voimavälineen. Vasta Lyell toi geologiaan terveen järjen korvaamalla luoja oikkujen aiheuttamat vallankumoukset Maan hitaan muodonmuutoksen vähittäin tapahtuvilla vaikutuksilla.**

Lyellin teoria oli vielä yhteensopimattomampi

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Niin ikään Kantin keksimä vuokstaillon aiheuttama Maan pyörimisliikkeen jarruttava vaikutus on ymmärretty vasta nyt.» *Toim.*

** Lyellin käsityksen puutteellisuus — ainakin sen ensimmäisessä muodossa — oli siinä, että se käsitti Maahan vaikuttavat voimat vakioksi sekä laadun että määrän puolesta. Maan jäähtyminen on hänelle olematonta, Maa ei kehity tiettyyn suuntaan, sen muuttuminen on hajanaista, satunnaista.

pysyvien orgaanisten lajien olettamisen kanssa kuin kaikki sen edeltäjät. Maan pinnan ja kaikkien elinehtojen vähittäinen muuttuminen antoi suoranaista aihetta opille organismien vähittäisestä muuttumisesta ja niiden sopeutumisesta muuttuvaan ympäristöön, lajien muuttuvuudesta. Mutta perinne on mahti, ei vain katolisessa kirkossa, vaan myös luonnontieteessä. Lyell itse ei huomannut moneen vuoteen tätä ristiriitaa, hänen oppilaansa vielä vähemmän. Tämä on selitettävissä vain siihen aikaan luonnontieteessä vallitsevaksi tulleella työnjaolla, joka enemmän tai vähemmän karsinot jokaisen omalle erikoisalalleen ja salli vain harvoille yleisnäkemysten.

Sillä välin oli fysiikka ottanut valtavia edistysaskeleita, joiden tuloksista tuona luonnontutkimuksen alalle käännteentekevänä vuonna 1842 tehtiin yhteenvetoa melkein samanaikaisesti kolmen eri miehen toimesta. Mayer Heilbronnissa ja Joule Manchesterissa todistivat lämmön muuttuvan mekaaniseksi voimaksi ja mekaanisen voiman lämmöksi. Lämmön mekaanisen ekvivalentin toteaminen asetti tämän tuloksen kaiken epäilyn ulkopuolelle. Samanaikaisesti Grove¹⁶ — ei mikään luonnontutkija ammatiltaan, vaan englantilainen asianajaja — todisti jo saavutettujen fysikaalisten tulosten yksinkertaisen käsittelyn perusteella, että kaikki ns. fysikaaliset voimat, mekaaninen voima, lämpö, valo, sähkö, magnetismi, jopa ns. kemiallinen voimakin, muuttuvat tiettyjen edellytysten vallitessa toisikseen ilman mitään voiman menetystä, ja todisti siten fysikaalisten tutkimusten tietä jälkikäteen Descartesin väittämän, että maailmassa esiintyvän liikkeen määrä on muuttumaton. Täten olivat erityiset fysikaaliset voimat, niin sanoaksemme muuttumattomat fysiikan »lajit», muuttuneet eri tavoin eriytyneiksi ja tiet-

tyjen lakien mukaan toisikseen muuttuviksi materian liikkeen muodoiksi. Niin ja niin monen fysikaalisen voiman olemassaolon sattumanvaraisuus oli poistettu tieteestä, kun niiden yhteydet ja toisikseen muuttuminen oli todistettu. Fysiikka, samoin kuin tähtitiede jo aikaisemmin, oli päätynyt tulokseen, joka viittasi liikkuvan materian ikuisen kiertokulkuun lopullisena johtopäätöksenä.

Kemian ihmeen nopea kehitys Lavoisierista ja erityisesti Daltonista alkaen kävi vanhojen luonnonkäsitysten kimppuun toiselta puolelta. Valmistamalla epäorgaanista tietä siihen saakka vain elävässä elimistössä syntyneitä yhdisteitä kemia todisti, että kemian lait pätevät orgaanisiin kappaleihin samoin kuin epäorgaanisiin ja täytti suurelta osaltaan vielä Kantin mielestä ikuisesti ylipääsemättömän kuilun orgaanisen ja epäorgaanisen luonnon väliltä.

Vihdoin myös biologisen tutkimuksen alalla erittäinkin viime vuosisadan keskipaikkeilta lähtien järjestelmällisesti suoritettut tieteelliset matkat ja tutkimusretket, kaikissa maanosissa olevien eurooppalaisten siirtomaiden tarkempi tutkimus siellä elävien ammattimiesten voimin, edelleen paleontologian, anatomian ja yleensä fysiologian edistysaskeleet, varsinkin mikroskoopin järjestelmällisen käytön alettua ja solun keksimisen jälkeen, olivat keränneet niin paljon aineistoa, että kävi mahdolliseksi ja samalla välttämättömäksi soveltaa vertailevaa menetelmää.* Toisaalta vertaileva fyysinen maantiede totesi erilaisten kasvien ja eläinten elinehdot, toisaalta suoritettiin vertailuja erilaisten elimistöjen samankaltaisten elinten kesken, eikä vain

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Embryologia». Toim.

kypsyiden tilassa, vaan niiden kaikilla kehitysteilla. Mitä syvällisemmin ja tarkemmin tämä tutkimus suoritettiin, sitä suuremmassa määrin hajosi käsiin jäykkä käsitys muuttumattomana paikallaan pysyvistä orgaanisista luonnosta. Sen lisäksi, että rajat yhä useampien kasvi- ja eläinlajien väliltä kävivät epämääräisiksi, ilmaantui eläimiä, sellaisia kuin amphioxus ja lepidosiren¹⁷, jotka ikään kuin pilkkasivat siihenastista luokitte-
 telua,* ja vihdoin tavattiin organismeja, joista ei voinut sanoa, kuuluivatko ne kasvi- vai eläinkuntaan. Aukot paleontologisessa arkistossa täytyivät yhä enemmän ja pakottivat vastahakoisimmankin huomaamaan sen yhdensuuntaisuuden, joka vallitsee suurena kokonaisuutena otetun orgaanisen maailman kehityshistorian ja yksittäisen organismin kehityshistorian välillä, Ariadneen langan, joka oli johtava ulos siitä labyrintista, johon kasvi- ja eläintiede näyttivät yhä syvemmälle eksyneen. Kuvaavaa oli, että miltei samanaikaisesti kuin Kant hyökkäsi aurinkokunnan ikuisuutta vastaan C. F. Wolff suoritti 1759 ensimmäisen hyökkäyksen lajien pysyvyyttä vastaan ja julisti polveutumisoppia.¹⁹ Mutta se mikä hänellä oli vasta nerokasta ennakointia, sai Okenilla, Lamarckilla ja Baerilla kiinteän muodon, ja täsmälleen 100 vuotta myöhemmin, 1859, Darwin vei sen voitokkaasti päätökseen.²⁰ Melkein samanaikaisesti todettiin, että protoplasma ja solu, jotka jo sitä ennen oli todistettu kaikkien elimistöjen viimeisiksi rakenteellisiksi ainesosiksi, esiintyvät itsenäisestikin elävinä, alimpina orgaanisina muotoina. Täten oli kavennettu minimiin kuilua orgaanisen ja epäorgaanisen luonnon välillä ja poistettu myös

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Ceratodus. Samoin Archaeopteryx jne.»¹⁸ Toim.

eräs oleellisimmista vaikeuksista, joka siihen saakka oli ollut elimistöjen polveutumisteorian tiellä. Uusi luonnonkäsitys oli peruspiirteissään valmis: kaikki jähmettynyt muuttui sulavaksi, kaikki liikkumaton liikkuvaksi, kaikki ikuisena pidetty erityinen oli tullut katoavaksi, oli todistettu, että koko luonto on ikuisessa virtauksessa ja kiertokulussa.

Ja niin olemmekin jälleen palanneet Kreikan filosofian suurten perustajien katsomustapaan, että koko luonto pienimmästä suurimpaan, hiekkajyväsistä aurinkoihin, protisteista²¹ ihmiseen, on ikuisesti syntymässä ja tuhoutumassa, lakkaamattomassa virtauksessa, herkeämättömässä liikkeessä ja muutoksessa. On vain se oleellinen ero, että se mikä kreikkalaisilla oli nerokasta oivallusta, on meillä tiukasti tieteellisen, kokemusperäisen tutkimuksen tulosta ja esiintyy siitä syystä paljon määrätymmässä ja selvemmässä muodossa. Tuon kiertokulun empiirinen toteen näyttäminen ei tosin ole täysin aukotonta, mutta nämä aukot ovat vähäpätöisiä siihen verrattuna, mitä jo on saatu varmistetuksi, ja ne täytyvät vuosi vuodelta yhä enemmän. Eikä yksityiskohtainen todistaminen voisi ollakaan aukotonta, kun otetaan huomioon, että mitä tärkeimmät tieteen alat — tähtitiede, kemia, geologia — ovat olleet olemassa tuskin sata vuotta, vertaileva menetelmä fysiologiassa tuskin viisikymmentä vuotta ja että miltei kaikenlaisen elämänkehityksen perusmuodon, solun, keksimisestä ei ole vielä kulunut neljääkymmentä vuotta!*

* Tämä kappale on käsikirjoituksessa erotettu edellisestä ja seuraavasta vaakasuorilla viivoilla ja pyyhitty viistoon yli, kuten Engelsillä oli tapa tehdä käsikirjoitustensa sellaisten kappaleiden suhteen, joita hän oli käyttänyt toisissa töissään. *Toim.*

Pyörivistä, hehkuvista sumumassoista, joiden liikunnan laeista päästään kenties perille sen jälkeen, kun muutamien vuosisatojen aikana tehdyt havainnot antavat meille selvyyttä tähtien ominaisliikkeestä, — kehittyivät puristumisen ja jäähtymisen ansiosta lukemattomat auringot ja aurinkokunnat linnunradan uloimpien tähtirivien rajoittamalla maailmansaarellamme. Tämä kehitys ei ilmeisestikään ole kaikkialla tapahtunut yhtä nopeasti. Tähtitieteessä on yhä enemmän ollut pakko kiinnittää huomiota pimeiden, ei pelkästään planetaaristen taivaankappaleiden, siis sammuneiden aurinkojen olemassaoloon meidän tähdistössämme (Mädler); toisaalta kuuluu (Secchin mukaan) tähtikuntaamme osa kaasumaisia sumutäpliä vielä keskeneräisinä aurinkoina, minkä vuoksi ei ole mahdotonta, että toiset sumut, kuten Mädler väittää, ovat etäisiä itsenäisiä maailmansaaria, joiden suhteellinen kehitysaste on todettava spektroskoopilla.²²

Kuinka aurinkokunta kehittyi yksittäisestä sumumassasta, sen on Laplace näyttänyt yksityiskohtaisesti toteen tavalla, jota tähän saakka ei ole ylitetty; myöhäisempi tiede on yhä selvemmin vahvistanut oikeaksi hänen käsityksensä.

Siten muodostuneilla yksityisillä taivaankappaleilla — niin auringoilla kuin planeetoilla ja satelliiteillakin — on alussa vallitsevana se materian liikunnan muoto, jota me nimitämme lämmöksi. Alkuaineiden kemiallisista yhdisteistä ei voi olla puhuttakaan, ei edes sellaisen lämpötilan vallitessa, joka vielä tänään on auringolla; missä määrin lämpö muuttuu tällöin sähköksi tai magnetismiksi, sen näyttävät jatkuvat havainnot auringosta; jo nyt voidaan pitää melko varmana, että auringossa tapahtuvat mekaaniset liikkeet johtuvat ainoastaan lämmön ja painon välisestä ristiriidasta.

Yksittäiset kappaleet jäähtyvät sitä nopeammin mitä pienempiä ne ovat. Satelliitit, asteroidit ja meteorit ensiksi, kuten meidän kuumekin on jo kauan sitten kuollut. Hitaammin planeetat, hitaimmin keskuskappale.

Edistyvän jäähtymisen mukana astuu yhä enemmän etualalle toisikseen muuttuvien fysiikaalisten liikemuotojen vuorovaikutus, kunnes vihdoin saavutetaan kohta, jossa kemiallinen sukulaisuus alkaa vaikuttaa, missä siihen saakka kemiallisesti välinpitämättöminä pysyneet alkuaineet eriytyvät kemiallisesti toinen toisensa jälkeen, saavat kemiallisia ominaisuuksia ja muodostavat toistensa kanssa yhdisteitä. Nämä yhdisteet vaihtelevat jatkuvasti vähenevän lämpö määrän mukana, mikä vaikuttaa eri tavoin paitsi jokaiseen alkuaineeseen myös jokaiseen yksittäiseen alkuaineiden yhdisteeseen, samalla kun tästä riippuen osa kaasumaista materiaa siirtyy ensin nestemäiseen, sitten kiinteään muotoon tästä johtuvine uusine edellytyksineen.

Aika, jolloin planeetta saa kiinteän kuoren ja veden kokoutumia pinnalleen, käy yhteen sen ajan kanssa, josta alkaen sen ominaislämpö astuu yhä enemmän taka-alalle verrattuna lämpöön, jota se saa keskuskappaleesta. Sen ilmakehästä tulee meteorologisten ilmiöiden näyttämö siinä mielessä kuin me ymmärrämme tuon sanan nykyisin, sen pinnasta geologisten muutosten näyttämö, joissa ilmakehästä laskeutuvien sateiden aiheuttamat kerrostumat saavat yhä suuremman yliotteen kuumen nestemäisen sisustan hitaasti heikkenevistä vaikutuksista ulospäin.

Vihdoin, jos lämpötila tasoittuu niin pitkälle, että ainakin jollakin huomattavalla pinnan alueella se ei enää ylitä rajoja, joissa valkuaisaine on elinkelpoinen, niin muodostuu, muutoin suotuisten kemiallisten edellytysten vallitessa,

elävää protoplasmaa. Tänään emme vielä tiedä, mitä nämä edellytykset ovat, eikä se ole ihmeteltävääkään, kun valkuaisaineen kemiallista kaavaakaan ei ole tähän mennessä selvitetty, emmekä edes vielä tiedä, kuinka paljon kemiallisesti erilaisia valkuaisaineita on olemassa, ja kun vasta kymmenisen vuotta sitten tuli tunnetuksi, että täysin rakenteeton valkuaisaine suorittaa kaikkia olcellisia elintoimintoja, ruoansulatusta, eritystä, liikuntaa, supistumista, reaktiota ärsytykseen, lisääntymistä.

On saattanut kestää vuosituhansia, ennen kuin ilmaantuivat edellytykset, joiden vallitessa seuraava edistysaskel saattoi tapahtua ja tuo muodon valkuaisaine pystyi tuottamaan ensimmäisen solun ytimen ja kuoren muodostuttua. Mutta tämän ensimmäisen solun mukana oli annettu perusta myös koko orgaanisen maailman muotojen rakentumiselle. Ensiksi kehittyivät, kuten saatamme olettaa paleontologisen arkiston kaiken analogisen aineiston perusteella, lukemattomia soluttomien ja solullisten protistien lajeja, joista meille on säilynyt yksistään *Eozoon canadense*²³ ja joista toiset eriytyivät vähitellen ensimmäisiksi kasveiksi, toiset ensimmäisiksi eläimiksi. Ja ensimmäisistä eläimistä kehittyivät, pääasiallisesti jatkuvan eriytymisen kautta, lukemattomat eläinten luokat, lahkot, heimot, suvut ja lajit, ja vihdoin se muoto, jossa hermosto saavuttaa täydellisimmän kehityksensä, selkärankaisten muoto, ja tässä jälleen viimeiseksi se selkärankainen, jossa luonto tulee tietoiseksi itsestään — ihminen.

Ihminenkin ilmaantuu eriytymisen kautta. Ei vain yksilöllisesti — kehittyen yhdestä ainoasta munasolusta monimutkaisimmaksi elimistöksi, jonka luonto saa aikaan —, vaan myös historiallisesti. Kun käsi eriytyi jalasta, oli pystykäyn-

ti vuosituhausia kestäneen kamppailun jälkeen vihdoinkin tosiasiassa, silloin oli ihminen irtautunut apinasta, silloin oli laskettu perusta jäsentyneen puhekielen kehitykselle ja valtavalle aivojen muodostumiselle, mikä siitä lähtien on tehnyt ihmisten ja apinain välisen kuilun ylipääsemättömäksi. Käden erikoistuminen merkitsee *työkäluä*, työkalu taas merkitsee erikoisesti ihmillistä toimintaa, uudeksi muuntavaa ihmisen takaisin vaikuttamista luontoon, tuotantoa. Sanan ahtaammassa mielessä on eläimilläkin työkaluja, mutta vain ruumiinsa jäsenten muodossa — muurahainen, mehiläinen, majava; eläimetkin tuottavat, mutta niiden tuotannollinen vaikutus ympäröivään luontoon on tämän suhteen nollan arvoinen. Vasta ihminen on kyennyt painamaan luontoon oman leimansa: hän ei ole vain siirtänyt kasveja ja eläimiä paikasta toiseen, vaan on muuttanut asuinpaikkansa ulkonäköä ja ilmastoä, jopa kasveja ja eläimiäkin sillä tavalla, että hänen toimintansa seuraukset voivat kadota vasta maapallon yleisen kuoleamisen mukana. Ja tämän hän on saanut aikaan lähinnä ja pääasiassa *käden* avulla. Jopa höyrykonekin, hänen tähän saakka mahtavin työkalunsa luonnon muuttamiseksi, perustuu työkaluna lopulta käteen. Mutta käden mukana kehittyi askel askeleelta pää, tuli tietoisuus ensin yksittäisten käytännöllisten tulosten edellytyksistä, ja myöhemmin, tämän perusteella, suotuisammassa olosuhteissa elävillä kansoilla, käsitys noihin tuloksiin vaikuttavista luonnonlaeista. Ja luonnonlakien nopeasti kasvavan tuntemuksen mukana kasvoivat luontoon vaikuttamisen keinot; käsi ei olisi yksinään koskaan saanut aikaan höyrykonetta, elleivät ihmisen aivot olisi sen mukana ja rinnalla ja osaksi sen kauttakin vastavuoroisesti kehittyneet.

Ihmisen mukana astumme *historiaan*. Eläimiläkin on historia, niiden alkuperän ja vähitellen tapahtuneen, tämänpäiväiseen tilaan johtaneen kehityksen historia. Mutta tämä historia tehdään niiden puolesta, ja mikäli ne itse siihen osallistuvat, tapahtuu se niiden tietämättä ja tahtomatta. Sitä vastoin ihmiset, mitä enemmän he etäännyvät eläimistä sanan ahtaassa mielessä, sitä enemmän he tekevät historiaansa itse, tietoisesti, sitä vähäisemmäksi tulee ennalta aavistamattomien tekijäin, kontrolloimattomien voimien vaikutus tähän historiaan, sitä tarkemmin vastaa historiallinen menestys ennalta asetettua tarkoitusta. Mutta jos ryhdymme mittaamaan ihmiskunnan historiaa tällä mittapuulla, jopa nykyajan kehittyneimpienkin kansojen historiaa, niin havaitsemme, että tässä vallitsee yhä vielä valtavan suuri epäsuhde ennalta asetettujen päämäärien ja saavutettujen tulosten välillä, että ennalta aavistamattomat vaikutukset ovat valitsevina ja että kontrolloimattomat voimat ovat paljon mahtavampia kuin suunnitelmallisesti liikkeelle pannut. Eikä toisin voi ollakaan niin kauan kuin ihmisten oleellisin historiallinen toiminta, se joka on nostanut sen eläimen tilasta ihmisen tilaan, se joka muodostaa heidän kaikkien muiden toimintojensa aineellisen perustan, heidän elämänsä tarpeita tyydyttävä tuotanto, ts. meidän päivinämme yhteiskunnallinen tuotanto, on kerrassaan alistettu kontrolloimattomien voimien tarkoituksettomien vaikutusten mylerryksen valtaan ja vain poikkeuksellisesti toteuttaa tahdotun tavoitteen, mutta paljon useammin sen suoranaisen vastakohtan. Edistyneimmissä teollisuusmaissa olemme kahlinneet luonnonvoimat ja pakottaneet ne ihmisten palvelukseen; siten olemme moninkertaistaneet tuotantoa loputtomiin, niin että yksi lapsi tuottaa nyt

enemmän kuin ennen sata aikuista. Ja mikä on seuraus? Lisääntyvä liikatyö ja lisääntyvä joukkojen kurjuus sekä kerran kymmenessä vuodessa suuri romahdus. Darwin ei tietänyt, milaista karvasta satiiria hän kirjoitti ihmisistä ja erittäinkin omista maanmiehistään todistaessaan, että vapaa kilpailu, taistelu olemassaolosta, jota taloustieteilijät juhlivat korkeimpana historiallisena saavutuksena, on *eläinmaailman* normaali tila. Vasta yhteiskunnallisen tuotannon tietoinen organisaatio, jossa tuotetaan ja jaetaan suunnitelmallisesti, voi kohottaa ihmiset muun eläinmaailman yläpuolelle yhteiskunnallisessa suhteessa, kuten tuotanto yleensä on nostanut heidät erityisesti ihmisolentoina. Historiallinen kehitys tekee sellaisen organisaation päivästä päivään yhä välttämättömämmäksi, mutta myös päivästä päivään mahdollisemmaksi. Siitä tulee alkamaan uusi historian aikakausi, jolloin ihmiset itse ja heidän mukanaan kaikki heidän toimintansa haarat, mm. myös luonnontiede, tulevat saavuttamaan nousun, joka saattaa kaiken tähänastisen täysin varjoon.

Mutta »kaikki mikä syntyy on tuhoutumisen arvoista».²⁴ Saattaa mennä miljoonia vuosia, syntyä ja kuolla satoja tuhansia sukupolvia; mutta vääjäämättömästi lähestyy aika, jolloin ehtyvä auringon lämpö ei riitä enää sulattamaan navoilta työntyvää jäätä, jolloin yhä enemmän päiväntasaajan kohdalle ahtautuvat ihmiset eivät lopulta saa sielläkään enää kylliksi lämpöä elääkseen, jolloin viimeinenkin orgaanisen elämän jälki vähitellen katoaa ja Maa, Kuun tapainen kuollut, jähmettynyt pallo, kiertää syvässä pimeydessä ja yhä ahtaampaa rataa samoin kuolleen Auringon ympärillä ja vihdoin putoaa siihen. Toiset planeetat ovat edeltäneet sitä, toiset seuraavat; sopusuhtaisesti jäsentyneen,

kirkkaan, lämpimän aurinkokunnan sijasta kulkee nyt enää vain kylmä, kuollut pallo yksinäistä tietään maailman avaruuden halki. Ja samoin kuin meidän aurinkokuntamme, käy ennemmin tai myöhemmin kaikkien muiden maailmansaaremme aurinkokuntien, samoin käy kaikkien muiden lukemattomien maailmansaarten aurinkokuntien, niidenkin, joiden valo ei milloinkaan saavuta Maata, niin kauan kuin täällä vielä olisi sitä vastaan ottamaan kykenevä ihmissilmä.

Ja kun sellainen aurinkokunta on nyt päättänyt elämänkulkunsa ja joutuu alistumaan kaiken äärellisen kohtaloon, kuolemaan, niin mitä sitten? Tuleeko aurinkoruumis ikuisesti vaeltaamaan äärettömässä avaruudessa kuolleena ruumiina ja muuttuvatko kaikki ennen loputtoman moninaisesti eriytyneet luonnonvoimat ainiaaksi yhdeksi ainoaksi liikunnan muodoksi, vetovoimaksi?

»Tahi», kuten Secchi kysyy (s. 810), »onko luonnossa olemassa voimia, jotka voivat saattaa kuolleen aurinkokunnan jälleen hehkuvan sumun alkuperäiseen tilaan ja herättää sen jälleen uuteen elämään? Emme tiedä sitä.»

Emme tosiaankaan tiedä sitä siinä mielessä kuin tiedämme, että $2 \times 2 = 4$ tai että materian vetovoima lisääntyy tai vähenee etäisyyden neliön mukana. Mutta teoreettisessa luonnontieteessä, joka mikäli mahdollista muovaa luonnonkäsityksensä sopusuhtaiseksi kokonaisuudeksi ja jota ilman ajatuksettominkaan empirikko ei nykyisin tule toimeen, olemme hyvin usein tekemisissä epätäydellisesti tunnettujen suureiden kanssa ja ajatuksen johdonmukaisuuden on kaikkina aikoina täytynyt auttaa puutteellista tietoa pääsemään eteenpäin. Luonnontieteen on täytynyt omaksua filosofialta väittämä liikkeen häviämättömyydestä; ilman sitä ei luonnontiedettä voi enää ollakaan. Mutta materian liike

ei ole pelkkää karkeaa mekaanista liikettä, pelkkää paikan muutosta, se on lämpöä ja valoa, sähkö- ja magneettijännitettä, kemiallista yhtymistä ja eroamista, elämää ja vihdoin tajuntaa. Jos sanotaan, että materiaalilla koko rajattoman olemassaolonsa aikana on vain yhden ainoan kerran ja sen ikuisuuteen verraten häviävän lyhyeksi hetkeksi mahdollisuus erilaistaa liikkeensä ja siten tuoda esiin tämän liikkeen koko rikkaus ja että se sitä ennen ja sen jälkeen pysyy ikuisesti rajoitettuna pelkkään paikan muutokseen, niin se on samaa kuin väittäisi, että materia on kuolevainen ja liike katoava. Liikkeen häviämättömyyttä ei ole käsitettävä vain määrällisesti, se on käsitettävä myös laadullisesti. Materian, jonka pelkästään mekaaniseen paikanmuutokseen sisältyy tosin mahdollisuus muuttua suotuisten ehtojen vallitessa lämmöksi, sähköksi, kemialliseksi vaikutukseksi, elämäksi, mutta joka ei itse pysty synnyttämään näitä ehtoja omasta itsestään, sellaisen materian *liike on jäänyt vajavaiseksi*. Liikkeellä, joka on menettänyt kyvyn muuttua sitä vastaviin erilaisiin muotoihin, on tosin vielä dynamis*, mutta ei enää energieia**, ja se on sen vuoksi osaksi tuhoutunut. Mutta kumpikaan ei ole ajateltavissa.

Varmaa kuitenkin on: oli aika, jolloin meidän maailmansaaremmme oli muuttanut lämmöksi sellaisen paljouden liikettä — minkä laatuista, sitä emme vielä nykyisin tiedä —, että siitä saattoi kehittyä (Mädlerin mukaan) vähintään 20 miljoonaan tähteen kuuluvia aurinkokuntia, joiden vähitellen tapahtuva kuoleminen on myös varmaa. Miten tämä muutos tapahtui? Me tiedämme tästä yhtä vähän kuin pater Secchi tietää

* — mahdollisuus vaikuttaa. *Toim.*

** — tehokkuutta. *Toim.*

siitä, muuttuuko meidän aurinkokuntamme tuleva *caput mortuum** koskaan takaisin uusien aurinkokuntien raaka-aineeksi. Mutta meidän täytyy tässä joko turvautua luojaan tai meidän on pakko tehdä johtopäätös, että maailmansaaremme aurinkokuntien hehkuva raaka-aine syntyi luonnollista tietä, liikkeen muutosten kautta, jotka *luonnostaan kuuluvat* liikkuvalla materiaalille ja joiden edellytysten täytyy siis myös uusiintua materiasta, vaikkakin ehkä vasta monien miljoonien vuosien kuluttua, enemmän tai vähemmän satunnaisesti, mutta sattumallekin ominaisella välttämättömyydellä.

Sellaisen muuttumisen mahdollisuus myönnetään nykyisin yhä enenevässä määrässä. Tullaan siihen käsitykseen, että taivaankappaleiden lopullinen kohtalo on pudota toisiinsa, lasketaanpa se lämpöääräkin, jonka täytyy kehittyä sellaisissa yhteentörmäyksissä. Uusien tähtien leimahtaminen ja samaten vanhastaan tunnettujen tähtien kirkkauden yhtä äkillinen lisääntyminen, mistä tähtitiede meille kertoo, selittyy helpoimmin sellaisista yhteentörmäyksistä. Sitä paitsi ei vain meidän planeettaryhmämme kierrä aurinkoa ja meidän aurinkomme liiku maailmansaaressamme, vaan myös koko meidän maailmansaaremme liikkuu maailman avaruudessa väliaikaisessa, suhteellisessa tasapainossa muiden maailmansaarten kanssa; sillä vapaasti liitelevien kappaleiden suhteellistakin tasapainoa voi olla vain vastavuoroisesti määräytyvässä liikkeessä; ja monet olettavat, että lämpöäärä maailman avaruudessa ei ole kaikkialla sama. Tiedämme vihdoin, että häviävän pientä osaa lukuun ottamatta maailmansaaremme lukemat-

* Kirjaimellisesti: kuollut pää; kuvaannollisesti: kuolinjäännökset, hehkutuksen, kemiallisen reaktion yms. jäänteet; tässä tarkoitetaan sammunutta Aurinkoa ja siihen pudonneita kuolleita planeettoja. *Toim.*

tomien aurinkojen lämpö katoaa avaruuteen yrittäen turhaan kohottaa maailman avaruuden lämpö määrää edes miljoonasosa-asteella Celsius-ta. Mitä kaikesta tästä suunnattomasta lämpö määrästä tulee? Onko se mennyt ainiaaksi hukkaan yrityksessä lämmittää maailman avaruutta, onko se lakannut käytännössä olemasta ja esiintyykö se enää vain teoreettisesti siinä tosiasiasa, että maailman avaruus on lämmennyt yhden asteen kymmenysmurto-osan, joka alkaa kymmenellä tai useammalla nollalla? Tämä oletamus kieltää liikkeen häviämättömyyden; se pitää mahdollisena, että taivaankappaleiden perättäinen toisiinsa putoaminen muuttaa kaiken mekaanisen liikkeen lämmöksi, joka siirtyy säteinä maailman avaruuteen, joten kaikesta »voiman häviämättömyydestä» huolimatta kaikenlainen liike yleensä loppuisi. (Tässä muuten nähdään, kuinka harhaan osuva on sanonta: voiman häviämättömyys, sen sijaan että puhutaisiin liikkeen häviämättömyydestä.) Tulomme siis johtopäätökseen, että maailman avaruuteen säteilyllä lämmöllä täytyy olla mahdollisuus muuttua jotakin tietä — sen toteaminen tulee joskus olemaan luonnontutkimuksen tehtävä — toiseksi liikkeen muodoksi, jossa se voi jälleen päästä kokoontumaan ja toimimaan aktiivisesti. Ja siten poistuu päävaikeus, joka esti tunnustamasta aikansa eläneiden aurinkojen muuttumista takaisin hehkuvaksi sumuksi.

Sitä paitsi on maailmoiden ikuisesti toistuva vaihtuminen vain looginen täydennys lukematomien maailmoiden rinnakkainoloon äärettömässä avaruudessa — väittämä, jonka välttämättömyyden on jopa Draperinkin epäteoreettisten jenkkiaivojen pakko myöntää.*

* »Maailmoiden moninaisuus äärettömässä avaruudessa johtaa käsitykseen maailmoiden perättäisestä vaihtumisesta ääret-

Se on sitä materian ikuista kiertokulkua, jonka tie päättynee vasta sellaisissa ajanjaksoissa, joille Maan vuosi ei enää riitä mittayksiköksi; kiertokulkua, jossa korkeimman kehityksen aika, orgaanisen elämän aika ja varsinkin itsestään ja luonnosta tietoisien olentojen elinaika on yhtä niukkaa kuin se tilakin, jossa elämää ja tietoisuutta itsestään esiintyy; kiertokulkua, jossa jokainen äärellinen materian olomuoto — olkoon se sitten Aurinko tai sumupilvi, yksittäinen eläin tai eläinlaji, kemiallinen yhdistyminen tai hajoaminen — on yhtäläisesti katoavaa ja jossa ei ole mitään muuta ikuista kuin ikuisesti muuttuva, ikuisesti liikkuva materia ja lait, joiden mukaan se liikkuu ja muuttuu. Mutta niin usein ja niin armotta kuin tämä kiertokulku sekä ajassa että avaruudessa tapahtuneekin; kuinka monta miljoonaa aurinkoa ja maata ilmaantunee ja hävinneekin; kuinka kauan kestäneekin ennen kuin jossakin aurinkokunnassa ja vain yhdellä planeetalla muodostuvat orgaanisen elämän edellytykset; kuinka lukemattoman monia orgaanisia olentoja syntyy ja hävinneekin ennen kuin niiden keskuudesta kehittyy ajatuskykyisillä aivoilla varustettuja eläimiä ja nämä tapaavat lyhyeksi ajaksi itselleen sopivat elämisen ehdot joutuakseen sitten myös armotta tuhon omiksi, — meillä on varmuus siitä, että materia pysyy kaikissa vaihteluissaan ikuisesti samana, että mikään sen määreistä ei voi milloinkaan kadota ja että tästä syystä sen täytyy samalla rautaisella välttämättömyydellä, jolla se joskus tulee tuhoamaan Maassa korkeimman kukkansa, ajattelevan hengen, synnyttää jossakin muualla ja muuna aikana se jälleen.

tömissä ajassa.» (Draper, »History of the Intellectual Development of Europe», Vol. II, p. [325].)

»[ANTI-] DÜHRINGIN» VANHA ESIPUHE. DIALEKTIKASTA²⁵

Tämä työ ei ole suinkaan syntynyt »sisäisestä kutsumuksesta». Päinvastoin, ystäväni Liebknecht voi todistaa, kuinka paljon hän sai nähdä vaivaa ennen kuin sai minut taivutetuksi valottamaan kriittisesti herra Dühringin uusinta sosialistista teoriaa. Kun kerran päätin siihen ryhtyä, minulla ei ollut valittavana muuta mahdollisuutta kuin tutkia tätä teoriaa, joka ilmoittaa olevansa erään uuden filosofisen järjestelmän viimeisin käytännöllinen hedelmä, tutkia sitä tuon järjestelmän yhteydessä ja samalla järjestelmää itseään. Minun oli siis pakko seurata herra Dühringiä sille laajalle alueelle, jossa hän puhuu kaikista mahdollisista asioista ja vielä muustakin. Niin syntyi kirjoitussarja, joka ilmestyi vuoden 1877 alussa Leipzigin »*Vorwärts*sissä» ja esitetään tässä yhtenäisenä.

Kun tuon kaikesta itsekehusta huolimatta hyvin mitättömän järjestelmän arvostelu tapahtuu tässä itse asian vaatimalla perusteellisuuudella, voidaan sitä puolustella kahdella seikalla. Toisaalta tämä arvostelu on antanut minulle tilaisuuden kehittää myönteisesti käsitystäni eri tiedonalojen kiistakysymyksistä, joita kohtaan tänään tunnetaan yleistä tieteellistä tai käytännöllistä mielenkiintoa. Ja vaikka en lainkaan pyri asettamaan herra Dühringin järjestelmää vastaan toista järjestelmää, niin toivottavasti lukijalta

ei jää huomaamatta sisäinen yhtenäisyys minunkaan esittämissä katsomuksissa niin monenlaista kuin käsiteltävänä oleva aines onkin.

Toisaalta »järjestelmää luova» herra Dühring ei ole yksinäinen ilmiö nykysaksalaisessa todellisuudessa. Viime aikoina on Saksassa kasvanut tusinoittain filosofisia ja erityisesti luonnonfilosofisia järjestelmiä kuin sieniä sateella, puhumattakaan lukemattomista uusista politiikan, taloustieteen ym. systeemeistä. Samoin kuin nykyaikaisessa valtiossa edellytetään, että jokainen kansalainen pystyy arvioimaan kaikkia kysymyksiä, joista hänen on äänestettävä; samoin kuin taloustieteessä oletetaan, että jokainen ostaja on myös kaikkien niiden tavaroiden tuntija, joita hän joutuu ostamaan elääkseen, — samoin pitäisi nyt tieteessäkin olettaa. Jokainen voi kirjoittaa kaikesta, ja »tieteen vapaus» onkin juuri sitä, että siitä vasta kirjoitetaankin, mitä ei ole tutkittu, ja että tämä esitellään ainoana tiukasti tieteellisenä metodina. Herra Dühring on eräs tämän kursailemattoman valetieteen kuvaavimmista tyypeistä. Meidän päivinämmä tämä valetiede työntäytyy kaikkialla Saksassa etualalle ja peittää kaiken korkealentoisella suunsoitollaan. Korkealentoista suunsoittoa runoudessa, filosofiassa, taloustieteessä, historiankirjoituksessa, korkealentoista suunsoittoa oppituolista ja puhujalavalta, korkealentoista suunsoittoa kaikkialla, korkealentoista suunsoittoa kehuttaessa omaa ylemmyyttä ja syvämielisyyttä erotukseksi toisten kansakuntien yksinkertaisesta lattean-vulgääristä suunsoitosta, korkealentoista suunsoittoa Saksan äyllisen teollisuuden luonteenomaisimpana ja joukoittaisimpana tuotteena, halpaa mutta huonoa, aivan kuin toisetkin saksalaiset valmisteet, joiden mukana se

ei valitettavasti ollut Philadelphiassa edustettuna.²⁶ Vieläpä saksalainen sosialismikin, erittäinkin herra Dühringin näytettyä hyvää esimerkkiä, ahkeroi nykyisin varsin innokkaasti korkealentoisen suunsoiton alalla; se että käytännön sosialidemokraattinen liike antaa tämän korkealentoisen suunsoiton niin vähän johtaa itseään harhaan, on jälleen todistus työväenluokan merkittävän terveestä luonteesta maassamme, missä tällä hetkellä miltei kaikki muu, luonnontiedettä lukuun ottamatta, on sairaana.

Kun Nägeli Münchenin luonnontutkijain kokouksessa lausui käsityksensä, että inhimillinen tieto ei tule milloinkaan saamaan kaikkietävyuden luonnetta,²⁷ niin ilmeisesti herra Dühringin aikaansaannokset ovat jääneet hänelle tuntemattomiksi. Nämä aikaansaannokset ovat pakottaneet minut seuraamaan niitä myös eräillä sellaisilla aloilla, joilla pystyn korkeintaan liikkumaan vain harrastelijan ominaisuudessa. Tämä koskee erityisesti erilaisia luonnontieteen haaroja, missä näihin saakka on pidetty kaikkea muuta kuin vaatimattomuutena sitä, jos »maallikko» halusi sanoa siihen sanansa. Mutta minua rohkaisee jossakin määrin niin ikään Münchenissä esitetty, toisaalla lähemmin koskettelemani herra Virchowin lausunto, että jokainen luonnontutkijakin on oman erikoisalansa ulkopuolella vain puoliksi tietävä,²⁸ yksinkertaisesti sanoen maallikko. Samoin kuin tuollaisella erikoisalan tuntijalla on lupa ja pakkokin silloin tällöin puuttua naapurialueille ja samoin kuin näiden alojen erikoistuntijat antavat hänelle anteeksi sanonnan avuttomuuden ja pienet epätäsmällisyydet, samoin olen minäkin ottanut itselleni vapauden esittää joitakin luonnon tapahtumia ja lakeja esimerkkeinä, jotka vahvistavat minun yleisteoreettisia kä-

sityksiäni, ja voinen luottaa saavani osakseni samaa suopeutta.* Jokaisen, joka käsittelee teoreettisia kysymyksiä, on pakko ottaa lukuun nykyaikaisen luonnontieteen tulokset yhtä vääjäämättömästi kuin nykyiset luonnontutkijat näkevät tahtoen tai tahtomattaan olevansa pakotettuja tulemaan yleisteoreettisiin päätelmiin. Ja tässä tapahtuu tietty kompensatio. Jos teoretikot ovat puoliksi tietäviä luonnontieteen alalla, niin nykyiset luonnontutkijat ovat sitä tosiasiallisesti yhtä suuressa määrin teorian alalla, sillä alalla, mitä tähän saakka on nimitetty filosofiaksi.

Kokemusperäinen luonnontutkimus on kasanut niin suunnattoman määrän positiivista tietoa, että sen systemaattinen ja sisäistä yhteyttä vastaava järjestäminen kullakin eri tutkimusalalla on tullut suorastaan kiertämättömäksi välttämättömyydeksi. Yhtä välttämättöntä on saattaa erilliset tutkimusalat oikeaan yhteyteen keskenään. Mutta tällöin luonnontiede astuu teoreettiselle alueelle, ja täällä osoittautuvat empiiriset menetöt kestävämmiksi, täällä voi auttaa vain teoreettinen ajattelu.** Mutta teoreettinen ajattelu on myötäsyttyinen ominaisuus vain taipumuksena. Tätä taipumusta täytyy kehittää ja kasvattaa, ja siihen ei vielä nykyinsinkään ole muuta keinoa kuin koko tähänastisen filosofian tutkiminen.

Jokaisen aikakauden, siis meidänkin aikakautemme, teoreettinen ajattelu on historiallinen tuote, joka eri aikoina saa hyvin erilaisia muotoja ja samalla hyvin erilaisen sisällön. Ajatte-

* Tähän kohtaan saakka Engels on pyyhkinyt »Vanhan esipuheen» käsikirjoituksen yli pystysuoralla lyijykynän vedolla, koska hän oli käyttänyt tämän osan »Anti-Dühringin» ensimmäisen painoksen johdantoon. *Toim.*

** Käsikirjoituksessa on tämä ja edellinen lause pyyhitty lyijykynällä yli. *Toim.*

lun tiede on siis kuten jokainen muukin tiede historiallista tiedettä, tiedettä inhimillisen ajattelun historiallisesta kehityksestä. Ja tämä on tärkeätä myös ajattelun käytännölliselle soveltamiselle empiirisille alueille. Sillä ajattelun lakien teoria ei ensiksikään ole suinkaan kerta kaikkiaan päätetty »ikuinen totuus», niin kuin poroporvarin järki sen käsittää logiikasta puheen ollen. Itse muodollinen logiikka on Aristoteleesta alkaen tähän päivään saakka ollut kiivaiden väittelyjen aluetta. Ja dialektiikkaa on näihin saakka enemmän tai vähemmän täsmällisesti tutkinut vain kaksi ajattelijaa, Aristoteles ja Hegel. Mutta juuri dialektiikka on nykyiselle luonnontieteelle tärkein ajattelun muoto, sillä se yksin tarjoaa analogian ja samalla selitysmetodin luonnossa esiintyville kehitysprosesseille, yleisille yhteyksille ja siirtymiselle tutkimusalalta toiselle.

Toiseksi, tutustuminen inhimillisen ajattelun kehityskulkuun, eri aikoina esiintyneisiin käsitteisiin ulkomaailman yleisistä yhteyksistä on tarpeen teoreettiselle luonnontieteelle siitäkkin syystä, että se antaa mittapuun sen itsensäkin esittämien teorioiden arvioimiselle. Mutta filosofian historian riittämätön tunteminen astuu täällä melko usein ja räikeästi esiin. Väittämät, jotka filosofiassa on esitetty vuosisatoja takaperin ja jotka on filosofisesti loppuun käsitelty, esiintyvät teoretisoivilla luonnontutkijoilla melko usein säkenöivinä viisauksina ja niistä jopa tulee muoti joksikin aikaa. Kun mekaaninen lämpöteoria on tukenut uusilla todistuksilla väittämää energian säilymisestä ja tuonut tämän väittämän jälleen etualalle, se on kieltämättä ollut tuolle teorialle suuri menestys; mutta olisikohan tuo väittäjä mahtanut esiintyä jonakin niin ehdottomasti uutena, jos herrat fyysi-

kot olisivat muistaneet, että sen oli jo Descartes esittänyt? Siitä saakka kun fysiikka ja kemia ovat alkaneet jälleen operoida miltei yksinomaan molekyyileilla ja atomeilla, on muinaiskreikkalainen atomistinen filosofia välttämättömästi astunut jälleen etualalle. Mutta kuinka pintapuolisesti parhaimmatkin luonnontieteilijät sitä käsittelevät! Niinpä Kekulé («Kemian tavoitteet ja saavutukset») kertoo sen olevan lähtöisin Demokritokselta (eikä Leukippokselta) ja väittää Daltonin ensimmäisenä olettaen laadullisesti erilaisten alkuatomien olemassaolon ja ensimmäisenä päätelleen niillä olevan erilaisia, eri alkuaineille ominaisia painoja²⁹, vaikka Diogenes Laërtioksella on luettavissa (X, §§ 43—44 ja 61), että jo Epikuros arveli atomien olevan erilaisia ei vain kooltaan ja muodoltaan, vaan myös *painoltaan** ja että hän siis tunsi jo tavallaan atomien painon ja koon.

Vuosi 1848, joka muutoin ei saanut Saksassa mitään kunnollista aikaan, aiheutti siellä ainoastaan filosofian alalla täyskäännöksen. Samalla kun kansakunta ryntäsi käytännön alalle, pani toisaalla alulle suurteollisuuden ja keinoittelun, toisaalla Saksassa siitä lähtien alkaneen luonnontieteen valtavan nousun, jonka ensimmäisinä matkasaarnaajina esiintyivät pilakuvatyyppit Vogt, Büchner jne., — se sanoutui päätävästi irti berliiniläisen vanhahegeliläisyyden hiekkaan juuttuneesta klassisesta saksalaisesta filosofiasta. Berliiniläinen vanhahegeliläisyys oli sen täysin ansainnut. Mutta kansakunta, joka tahtoo pysyä tieteen tasalla, ei voi tulla toimeen ilman teoreettista ajattelua. Hegeliläisyyden mukana heitettiin laidan yli myös dialektiikka juuri sillä hetkellä, jolloin luonnon tapahtumien

* Ks. tämän julkaisun s. 235. *Toim.*

dialektinen luonne tuli vastustamattomana näkyviin ja jolloin siis vain dialektiikka saattoi auttaa luonnontiedettä pääsemään teoreettisista vaikeuksista — ja vajottiin siten avuttomana jälleen vanhaan metafysiikkaan. Yleisön keskuudessa rehottivat siitä lähtien toisaalta poroporvarin mielen mukaisiksi sepitetyt Schopenhauerin ja myöhemmin vielä Hartmanninkin latteat järkeilyt, toisaalta jonkun Vogtin ja Büchnerin vulgääri matkasaarnaaja-materialismi. Yliopistoissa kilpailivat keskenään mitä erilaisimmat eklektisismien lajit, joille oli yhteistä vain se, että ne oli kyhätty kokoon pelkistä menneiden filosofioiden jätteistä ja olivat yhtäläillä metafyyssisiä. Klassisen filosofian jäännöksistä pelastui vain tietynlainen uskantilaisuus, jonka viimeinen sana oli ikuisesti tiedostamaton olio sinänsä, siis se palanen Kantin oppia, joka vähiten ansaitsi tulla säilytetyksi. Lopputuloksena oli nyt vallitseva teoreettisen ajattelun rikkinäisyys ja sekavuus.

Nykyään voi tuskin ottaa käteensä teoreettista luonnontieteen kirjaa saamatta vaikutelmaa, että luonnontutkijat itse tuntevat, kuinka suuresti tämä rikkinäisyys ja sekavuus heitä hallitsee ja että nykyisin käytössä oleva niin sanottu filosofia ei tarjoa heille kerrassaan mitään ulospääsyä. Eikä siinä todellakaan ole mitään muuta ulospääsyä, mitään muuta mahdollisuutta päästä selvyyteen kuin muodossa tai toisessa tapahtuva paluu metafyyssisestä ajattelusta dialektiseen.

Tämä paluu voi tapahtua erilaisia teitä. Se voi lyödä itsensä läpi luonnonvoimaisesti, pelkien luonnontieteellisten keksintöjen voimalla, kun nämä eivät enää mahdu vanhaan metafyyssiseen Prokrusteen vuoteeseen. Mutta se on pitkäaikainen ja raskas prosessi, jossa on voitetta-

vana äärettömän paljon tarpectonta kahnausta. Se on suurimmaksi osaksi jo käynnissä, erityisesti biologiassa. Sitä voidaan hyvin paljon lyhentää, jos teoreettisen luonnontieteen edustajat haluavat lähemmin tutustua dialektiseen filosofiaan sen historiallisesti esiintyvissä muodoissa. Näiden muotojen joukossa on varsinkin kaksi, jotka voivat olla nykyajan luonnontieteelle erittäin hedelmällisiä.

Ensimmäinen on kreikkalainen filosofia. Siinä dialektinen ajattelu esiintyy vielä luonnonvaraisessa yksinkertaisuudessa, niiden hellien esteiden³⁰ häiritsemättä, joita 17. ja 18. vuosisadan metafysiikka — Bacon ja Locke Englannissa, Wolff Saksassa — asetti itselleen ja joilla se sulki itseltään tien yksittäisen ymmärtämisestä kokonaisuuden ymmärtämiseen, pääsyn olioiden yleisen yhteyden käsittämiseen. Kreikkalaiset — juuri siitä syystä, etteivät he vielä olleet ehtineet luonnon jäsentelyyn, sen erittelyyn — tarkastelevat luontoa kokonaisena, suurin piirtein. Luonnonilmiöiden yleistä yhteyttä ei todisteta yksityiskohtaisesti, se on kreikkalaisille välittömän havainnoinnin tulos. Siinä on kreikkalaisen filosofian riittämättömyys, minkä vuoksi sen on myöhemmin täytynyt väistyä toisenlaisten katsomustapojen tieltä. Mutta siinä on myös sen ylivoimaisuus kaikkiin sen myöhempiin metafysiisiin vastustajiin nähden. Kun metafysiikka oli oikeassa kreikkalaisiin nähden yksityiskohdissa, olivat kreikkalaiset metafysiikkaan nähden oikeassa suurin piirtein. Tämä on eräs syy siihen, miksi meidän on pakko filosofiassa, kuten niin monilla muillakin aloilla, palata yhä uudelleen tuon pienen kansan aikaansaannoksiin, kansan, jonka universaalinen lahjakkuus ja toiminta on varmistanut sille ihmiskunnan kehityshistoriassa paikan, jollaista mikään muu kansa ei

voi milloinkaan vaatia itselleen. Mutta toinen syy on se, että kreikkalaisen filosofian moninai-
sissa muodoissa esiintyvät miltei kaikki myö-
hemmät katsantotavat jo itumuodossaan, syn-
tymisessään. Sen vuoksi on teoreettisenkin luon-
nontieteen samoin pakko, jos se haluaa seurata
nykyisten yleisten väittämiensä synty- ja kehi-
tyshistoriaa, palata kreikkalaisiin. Tämän seikan
oivaltaminen raivaakin itselleen yhä enemmän
alaa. Yhä harvinaisemmiksi käyvät ne luonnon-
tutkijat, jotka itse käytellessään kreikkalaisen
filosofian jäänteitä, esim. atomioppia, ikuisina
totuuksina katsovat baconilaisittain ylväästi alas
kreikkalaisiin, koska näillä ei ollut kokemus-
peräistä luonnontiedettä. Olisi vain toivottavaa,
että tämä ymmärtämys edistyisi ja veisi kreik-
kalaisen filosofian todelliseen tuntemukseen.

Toinen dialektiikan muoto, joka on lähinnä
juuri saksalaisia luonnontutkijoita, on klassinen
saksalainen filosofia Kantista Hegeliin. Siinä
on jo alku tehty, sillä edellä mainitun uuskanti-
laisuuden ulkopuolellakin Kantiin palaaminen
on jälleen tulossa muotiin. Sen jälkeen kun on
huomattu, että Kant on kahden nerokkaan hy-
poteesin alkuunpanija, joita ilman nykyinen
teoreettinen luonnontiede ei pääse askeltakaan
eteenpäin — aikaisemmin Laplacen nimeen lii-
tetyn aurinkokunnan syntyteorian ja vuoksiaal-
lon aiheuttaman Maan pyörimisliikkeen hidas-
tumisen teorian — Kant on päässyt jälleen an-
saitsemaansa kunniaan luonnontutkijain keskuu-
dessa. Mutta dialektiikan oppiminen Kantilta
olisi tarpeettoman vaivalloista ja epäkiitollista
työtä, sen jälkeen kun on olemassa laaja, vaik-
kakin aivan väärästä lähtökohdasta kehitelty
dialektiikan esitys *Hegelin* teoksissa.

Sen jälkeen kun toisaalla tämän väärän läh-
tökohdan ja Berliinin hegeliläisyyden avuttoman

rämettymisen suurelta osaltaan oikeuttama reaktio »luonnonfilosofiaa» vastaan on saanut purkautua ja on lopulta madaltunut pelkäksi haukkumiseksi ja kun toisaalla käytössä ollut eklektinen metafysiikka on niin loistavasti jättänyt luonnontieteen pulaan sen teoreettisten tarpeiden kohdalla, voi ehkä jälleen käydä mahdolliseksi mainita luonnontieteilijöille vielä kerran Hegelin nimi aiheuttamatta sillä tuota Veitin tanssia, jossa herra Dühring niin rattoisasti kunnostautuu.

Ennen kaikkea on todettava, että tässä ei ole suinkaan kysymys Hegelin lähtökohdan puolustamisesta; sen, että henki, ajatus, idea on alkuperäinen ja todellinen maailma vain idean jäljennös. Siitä oli jo Feuerbach luopunut. Kaikki olemme yhtä mieltä siitä, että jokaisella tieteellisellä alalla — niin luonnon kuin historiankin alalla — on lähdeittävä tietyistä *tosiasioista*, siis luonnontieteessä materian erilaisista esineellisistä ja liikemuodoista;* että siis teoreettisessakaan luonnontieteessä ei saa sovittaa tosiasioihin sepiteltyjä yhteyksiä, vaan yhteydet on löydettävä tosiasioista, ja kun ne on löydetty, näytettävä ne mikäli mahdollista kokemustietä toteen.

Yhtä vähän voi kysymys olla Hegelin järjestelmän dogmaattisen sisällön pönkittämisestä, sellaisena kuin Berliinin vanhemman ja nuoremman linjan hegeliläiset ovat sitä saarnanneet. Idealistisen lähtökohdan mukana kaatuu myös sille rakennettu järjestelmä, siis erityisesti myös Hegelin luonnonfilosofia. On kuitenkin muistutettava siitä, että luonnontieteellinen polemiikki Hegeliä vastaan, mikäli siinä on

* Tässä seuraa keskeneräinen lause, jonka Engels on pyyhkinyt yli: »Me sosialistiset materialistit menemme siinä suhteessa vielä paljon pitemmälle kuin luonnontutkijat, sillä me myös...». *Toim.*

häntä yleensä oikein ymmärretty, on kohdistunut vain seuraaviin kahteen kohtaan: idealistiseen lähtökohtaan ja tosiasioihin mielivaltaisesti suhtautuvaan järjestelmän sepittelyyn.

Kaiken tämän poistamisen jälkeen jää vielä Hegelin dialektiikka. Marxin ansio on, että hän ensimmäisenä nosti jälleen esiin, vastapainoksi »suuttuvalle, vaativaiselle ja keskinkertaiselle jäljittelijäjoukkioille, joka nyt soittaa ensi viulua... Saksassa»³¹, unohdetun dialektisen metodin, sen yhteyden Hegelin dialektiikkaan samoin kuin sen eronkin tästä, ja samanaikaisesti sovelsi »Pääomassa» tätä metodologiaa erään empirisen tieteen, kansantaloustieteen, tosiasioihin. Ja tämän hän teki sellaisella menestyksellä, että jopa Saksassakin uudempi taloustieteellinen koulu-kunta kohoaa vulgäärin vapaakauppa-aatteen yläpuolelle vain sen ansiosta, että se jäljentää Marxia (melko usein väärin) ollen arvostelevana häntä.

Hegelin dialektiikassa samoin kuin hänen järjestelmänsä kaikissa muissakin haarautumissa on vallitsevana kaiken todellisen yhteyden ylösalaisin kääntäminen. Mutta, kuten Marx sanoo: »Se, että dialektiikka Hegelin käsissä tulee mystilliseksi, ei suinkaan ole estänyt häntä ensimmäisenä esittämästä dialektiikan yleisiä liikkeenmuotoja sisällysrikkaasti ja tietoisesti. Dialektiikka vain seisoo hänen teoksissaan pääläelään. Se on pyöräytettävä jaloilleen, että voisi sen mystisen ulkokuoren alta löytää järjellisen ytimen.»³²

Mutta itse luonnontieteessäkin kohtaamme melko usein teorioita, joissa todellinen suhde on asetettu pääläelleen, peilikuva pantu perusmuodon tilalle ja jotka siis tarvitsevat mainittunlaista jaloilleen kääntämistä. Sellaiset teorit ovat usein vallitsevina pitkän aikaa. Kun

lämpöä pidettiin melkein kahden vuosisadan ajan erityisenä salaperäisenä materiaana eikä eräänä tavallisen materian liikkeen muotona, oli kysymyksessä aivan samanlainen tapaus, ja mekaaninen lämpöteoria suoritti jaloilleen kääntämisen. Siitä huolimatta on lämpöaineteorian hallitsema fysiikka keksinyt koko joukon erittäin tärkeitä lämmön lakeja, ja varsinkin Fourierin ja Sadi Carnotin³³ kautta raivannut tien oikealle käsitykselle, jonka oli vain käännettävä edeltäjänsä keksimät lait jaloilleen ja käännettävä ne omalle kielelleen.* Samoin kemiassa on flogistinen teoria vuosisataisella kokeellisella työllä hankkinut ensimmäisinä sen aineiston, jonka avulla Lavoisier saattoi keksiä Priestleyn esittämässä hapessa mielikuvituksellisen flogistonin reaalisen antipodin ja siten kumota koko flogistisen teorian. Mutta tämä ei suinkaan merkinnyt flogistiikan koetulosten häviämistä. Ne pysyivät päinvastoin voimassa, ainoastaan niiden muotoilu oli kumottu, ne käännettiin flogistisesta kielestä nykyisin pätevälle kemialliselle kielelle ja säilyttivät sikäli merkityksensä.

Hegelin dialektiikka on samassa suhteessa rationaaliseen dialektiikkaan kuin lämpöaineoppi mekaaniseen lämpöteoriaan, kuin flogistinen teoria Lavoisier'in teoriaan.

* Carnotin funktio C käännettiin kirjaimellisesti jaloilleen: $\frac{1}{C}$ = absoluuttinen lämpömäärä. Ilman tätä jaloilleen kääntämistä ei sillä voi tehdä mitään.

LUONNONTUTKIMUS HENKIMAAILMASSA ³⁴

Kansan tietoisuuteen siirtyneen dialektiikan vanha väittäjä sanoo, että äärimmäisyydet kohtaavat toisensa. Sen mukaan tuskin erehdymme, jos emme etsi kuvittelun, herkkäuskoisuuden ja taikauskoisuuden äärimmäisiä asteita siitä luonnontieteellisestä suunnasta, joka saksalaisen luonnontieteenfilosofian tapaan yritti ahtaa objektiivista maailmaa oman subjektiivisen ajattelunsa puitteisiin, vaan pikemminkin päinvastaisesta suunnasta, joka kehuun nojaavansa pelkkään kokemuksen kohtelee ajattelua ylimielisesti halveksuen ja on todellakin vienyt ajatuksettomuuden kaikkein pisimmälle. Tämä koulukunta on valalla Englannissa. Jo sen kantaisä, paljon ylistetty Francis Bacon vaatii uuden empiirisen, induktiivisen metodinsa käyttämistä tarkoituksena ennen kaikkea: eliniän pidentäminen, tietynlainen nuorentaminen, ruumiin rakenteen ja kasvonpiirteiden muuttaminen, kappaleiden muuttaminen toisiksi, uusien lajien synty, ilman hallintaa ja ukonilmojen aiheuttaminen; hän valittaa että tuollaiset tutkimukset on lyöty laimin ja antaa luonnonhistoriassaan suoranaisia reseptejä kullaan valmistamisesta ja erilaisten ihmeiden teosta.³⁵ Samoin Isaac Newton harrasti vanhoilla päivillään paljon Johanneksen ilmeskyskirjan tulkintaa.³⁶ Onko siis ihme, jos englantilainen empirismi näyttää viime vuosina

eräiden edustajiensa hahmossa — eivätkä nämä ole kaikkein huonoimpia — sortuneen auttamattomasti Amerikasta tuotetun henkien manaamisen ja henkien näkemisen valtaan.

Ensimmäinen tähän kuuluva luonnontutkija on suuresti ansioitunut eläin- ja kasvitieteilijä Alfred Russel Wallace, sama mies, joka samanaikaisesti Darwinin kanssa esitti teorian lajien muutoksesta luonnollisen valinnan kautta. Kirjassaan »On Miracles and Modern Spiritualism», London, Burns, 1875³⁷ hän kertoo, että hänen ensimmäiset kokemuksensa tältä luonnontiedon alalta ovat peräisin vuodelta 1844, jolloin hän kävi herra Spencer Hallin mesmerismistä³⁸ pitämällä luennoilla, joiden johdosta hän teki oppilaillaan samanlaisia kokeita.

»Olin äärimmäisen kiinnostunut tästä aiheesta ja harastin sitä kiihkeästi (ardour).» [P. 119.]

Hän ei synnyttänyt ainoastaan magneettista unta siihen liittyvine jäsenten jäykistymis- ja paikallisine tunnottomuusilmiöineen, vaan vahvasti myös oikeaksi Gallin pääkallokartan³⁹, sillä kosketettaessa mitä tahansa Gallin elintä saatiin magnetisoidussa potilaassa aikaan vastaava toiminto, joka ilmeni vilkkaana ja ennalta edellytettynä liikehtimisenä. Hän totesi edelleen, että hänen vain koskettaessaan potilastaan tämä osallistui kaikkiin tutkijan aistihavaintoihin; hän saattoi potilaan humalatilaa lasillisella vettä, sanomalla sen olleen konjakkia. Erään täysin valveilla olevan pojan hän sekoitti niin tyhmäksi, että tämä ei tietänyt omaa nimeään, minkä erinäiset opettajat muuten saavat aikaan ilman mesmerismiäkin. Ja niin edespäin.

Sattui niin, että minäkin näin tuon herra Spencer Hallin talvella 1843/44 Manchesterissa. Hän oli aivan tavallinen silmänkääntäjä, joka eräi-

den pappien suojelemana kuljeskeli ympäri maata ja suoritti eräällä nuorella tytöllä magneettisfrenologiaa näytöksiä todistaakseen niiden avulla jumalan olemassaolon, sielun kuolemattomuuden ja owenilaisten siihen aikaan kaikissa suurissa kaupungeissa saarnaaman materialismin kelvottomuuden. Nainen saatettiin magneettiseen unitilaan ja niin pian kuin kokeilija oli koskettanut mitä hyvänsä Gallin elintä hänen pääkallossaan, nainen tarjoili yleisölle teatraalisesti korostettuja eleitä ja asentoja, jotka kuvasivat kyseisen elimen toimintaa; niinpä kosketettaessa lapsirakkauden elintä (philoprogenitiveness) hän hyväili ja suuteli mielikuvituksesta vauvaa jne. Kelpo Hall oli tämän ohella rikastuttanut Gallin pääkallomaantiedettä uudella Baratarian saarella⁴⁰: hän oli näet keksinyt pääläen korkeimmalta kohdalta rukouselimen, jota kosketettaessa hänen hypnoottinen neitonsa vaipui polvilleen, risti kätensä ja esitti ihmettelevälle poroporvarijoukolle rukouksen hurmioon vaipunutta enkeliä. Se oli näytännön loppu- ja loistokohta. Jumalan olemassaolo oli todistettu.

Minun ja erään tuttavani kävi samoin kuin herra Wallacen: ilmiö kiinnosti meitä ja me koetimme, kuinka pitkälle pystymme sen toistamaan. Eräs pirteä kaksitoistavuotias poika tarjoutui kochenkilöksi. Säyseä tuijotus tai sively vaivutti hänet vaikeuksitta hypnoositilaan. Mutta kun olimme jonkin verran vähemmän herkkäuskoisia ja tartuimme asiaan vähemmän kiihkeästi kuin herra Wallace, päädyimme myös aivan toisenlaisiin tuloksiin. Ottamatta lukuun helposti aikaan saatua lihasten jäykkyyttä ja tunnottomuutta saatoimme todeta tahdon olleen täydellisessä passiivisuuden tilassa, johon liittyi omituisesti ylijännittänyt aistimien ärtyvyys. Jos potilas temmattiin jonkin ulkoisen herätteen

avulla horroksestaan, hän osoitti paljon enemmän vilkkautta kuin valveillaan. Salaperäisestä suhteesta tutkijaan ei ollut jälkeäkään; kuka tahansa pystyi yhtä helposti saattamaan torkkuvan toimimaan. Gallin pääkalloelinten saattaminen toimimaan oli meille kaikkein helpointa; me menimme vielä paljon pitemmälle: emme pystyneet ainoastaan vaihtamaan niitä keskenään ja sijoittamaan pitkin koko ruumista, vaan tehtailimme lisäksi kuinka paljon tahansa toisia elimiä, laulamisen, viheltämisen, toitottamisen, tanssimisen, nyrkkeilyn, ompelun, suutaroinnisen, tupakanpolton jne. elimiä sijoittaen ne mihin halusimme. Kun Wallace sai potilaansa juovuksiin vedellä, niin me löysimme isosta varpaasta juopumiselimen, jota meidän tarvitsi vain koskettaa saadaksemme käyntiin ihanan juopumiskomedian. Mutta itsestään selvää on, ettei ainoassakaan elimessä ilmennyt vaikutuksen häivääkään ennen kuin potilaan oli annettu ymmärtää mitä häneltä odotettiin; poika kehittyi pian käytännössä niin täydellisesti, että pieninkin viittaus riitti. Tällä tavoin synnytetty elimet pysyivätkin sitten myös myöhempiä nukutuksia varten kerta kaikkiaan voimassa siihen saakka kunnes ne muutettiin samaa tietä. Potilaalla oli kaksinainen muisti: toinen valvetilaa ja toinen, aivan erikoistunut, hypnoositilaa varten. Mitä tulee tahdon passiivisuuteen, sen ehdottomaan alistumiseen jonkun kolmannen tahtoon, niin se menettää kaiken näennäisen ihmeellisyytensä kun emme unohda, että koko tuo tila alkoi potilaan tahdon alistamisella tutkijan tahtoon eikä sitä voida toteuttaa ilman tätä alistamista. Maailman voimallisinkin magnetisoiva taikuri on lorunsa lopussa niin pian kuin hänen potilaansa nauraa hänelle vasten kasvoja.

Samalla kun me rennossa skeptillisyydessäm-

me havaitsimme tuon magneettis-frenologisen silmänkääntötaidon pohjautuvan eräisiin ilmiöihin, joiden ja valvetilan ilmiöiden välillä useimmiten on vain aste-ero ja jotka eivät kaipaa minäänlaista mystistä tulkintaa, herra Wallacen intohimo (ardour) johti hänet moniin itsepetoksiin, joiden vaikutuksesta hän vahvisti Gallin pääkallokartan kaikkia yksityiskohtia myöten ja totesi tutkijan ja potilaan välisen salaperäisen suhteen.* Herra Wallacen naiiviuteen asti avomielisestä kertomuksesta käy joka kohdassa ilmi, että hänelle oli paljon vähemmän tärkeää silmänkääntötempuilun tosiasiallisen taustan tutkiminen kuin kaikkien ilmiöiden tuottaminen uudelleen hinnalla millä tahansa. Tarvitaan vain tällaista mielenvirettä alussa tutkijana esiintyneen henkilön muuttumiseen yksinkertaisen ja helpon itsepetoksen kautta lyhyessä ajassa adeptiksi. Herra Wallace päätyi magneettis-frenologisten ihmeiden uskoon ja seisoi jo toisella jalallaan henkimaailmassa.

Toisen jalan hän veti perässä vuonna 1865. Kun hän oli palannut kuuman vyöhykkeen maihin tekemiltään kaksitoista vuotta kestäneiltä matkoilta, johtivat pöydänsiirtokokeet hänet erilaisten »meedioiden» seuraan. Kuinka nopeasti hän edistyi ja kuinka täydellisesti hän hallitsi alaa, siitä kerrotaan edellä mainitussa kirjassessa. Hän ei vaadi meitä ainoastaan ottamaan täydestä kaikkia Homen, Davenportin veljesten ja toisten enemmän tai vähemmän rahasta itseään näyttelevien ja suurimmaksi osaksi usein petteureiksi paljastuneiden »meedioiden» muka tekemiä ihmeitä, vaan myös suuren joukon to-

* Kuten sanottu, potilaat kehittyvät harjoittelemalla. On siis täysin mahdollista, että kun tahdon alistaminen on tullut tottumukseksi, tulee osapuolten suhde läheisemmäksi, yksittäiset ilmiöt voimistuvat ja ilmenevät heikosti valvetilassakin.

denperäisiksi väitettyjä henkitarinoita aikaisemmalta ajalta. Kreikkalaisen oraakkelin Pythiat ja keskiajan noidat olivat Wallacen mielestä »meedioita» ja Iamblikhosin teos »De divinatione» kuvailee jo aivan tarkkaan

»nykyaikaisen spiritualismin mitä hämmästyttävimpiä ilmiöitä» [s. 229].

Kuinka keveästi herra Wallace ottaa näiden ihmeiden tieteellisen toteamisen ja todistamisen, siitä vain yksi esimerkki. Kun meidän pitäisi uskoa, että arvoisat henget antavat valokuvata itsensä, on se aika paljon vaadittu, ja meillä on tietenkin oikeus toivoa, että ennen kuin me tunnustamme sellaiset henkivalokuvat aidoiksi, pitää niiden olla todennettuja tavalla, joka ei jätä sijaa epäilyksille. Herra Wallace kertoo sivulla 187, että maaliskuussa 1872 rouva Guppy, omaa sukua Nichol, päämeedio, valokuvautti itsensä yhdessä miehensä ja pienen poikansa kanssa herra Hudsonilla Notting Hillissä⁴¹ ja kahdessa eri kuvassa ilmestyi hänen taakseen siunaavassa asennossa valkeaan harsoon hienosti (finely) verhottu pitkä naishahmo, jolla oli jotenkin itämaiset piirteet.

»Tässä ovat* siis kahdesta seikasta yksi ehdottomasti varma.** Joko läsnä oli elävä, älyllinen, mutta näkymätön olento, tahi herra ja rouva Guppy, valokuvaaja tai joku neljäs henkilö olivat suunnitelleet häpeällisen (wicked) petoksen ja pitäneet sitä siitä lähtien alituisesti yllä. Mutta minä tunnen herra ja rouva Guppyn erittäin hyvin ja olen ehdottomasti vakuuttunut* siitä, että he ovat yhtä kykenemättömiä tämänlaatuiheen petokseen kuin joku vakava totuudenetsijä luonnontieteen alalla.» [S. 188.]

* Kursivointi Engelsin. Toim.

** »Here, then, one of two things are absolutely certain.» Henkimaailma on kieliopin yläpuolella. Muuan pilkkakirves pyysi kerran meediota manaamaan esiin kieliopin kirjoittajan Lindley Murrayn hengen. Kysymykseen, onko hän läsnä, henki vastasi: I are (amerikkalaisittain I am sanonnan asemesta). Medio oli Amerikasta.⁴²

Siis joko petosta tai henkien valokuvausta. Hyvä on. Ja jos kysymyksessä oli petos, oli henki jo etukäteen levyillä, tahi sitten petokseen osallistui neljä henkeä tai vaikkapa kolme, jos jätämme syyntakeettomana tai petettynä pois laskuista vanhan herra Guppyn, joka kuoli tammikuussa 1875 84 vuoden ikäisenä (hänet tarvitsi vain lähettää verhon taakse). Ei ole tarpeen ryhtyä todistelemaan, että valokuvaajan ei ollut vaikeata hankkia hengen »mallia». Mutta valokuvaaja Hudsonia syytettiin pian tämän jälkeen julkisesti henkien valokuvien tavanomaisesta väärentämisestä, minkä johdosta herra Wallace sanoo rauhoittavasti:

»Selvää on, että jos petosta on tapahtunut, ovat spiritulistit itse sen heti saaneet selville.» [S. 189.]

Valokuvaajaankaan ei siis ole juuri luottamista. Jäljelle jää rouva Guppy, ja hänen puolestaan puhuu ystävä Wallacen »ehdoton vakaumus» eikä mikään muu. Eikö mikään? Eihän nyt sentään niin. Rouva Guppyn ehdottoman luotettavuuden puolesta puhuu hänen väitteensä, että eräänä iltana kesäkuun alussa 1871 hänet vietiin tajuttomuuden tilassa kotoaan Highbury Hill Parkista Lambs Conduit Street 69:ään — kolmen englannin mailin päähän linnuntietä — ja laskettiin sanotussa talossa n:o 69 pöydälle spiritistisen istunnon aikana. Huoneen ovet olivat suljetut, ja vaikka rouva Guppy oli eräs Lontoon pyylevimmistä naisista, mikä sentään jotakin merkitsee, ei hänen äkillinen sisääntulonsa jättänyt vähäisintäkään aukkoa oveen enempää kuin kattoonkaan (kertoo lontoolainen »Echo»⁴³ kesäkuun 8. p:nä 1871).⁴⁴ Ja jos joku tämän jälkeen kieltäytyy uskomasta henkien valokuvaamisen aitouteen, häntä ei voida mitenkään auttaa.

Toinen nimekäs spiritismin seuraaja englantilaisten luonnontutkijain joukossa on herra William Crookes, kemiallisen alkuaineen talliumin ja radiometrin (jota Saksassa nimitetään myös valomyllyksi) keksijä.⁴⁵ Herra Crookes alkoi vuoden 1871 paikkeilla tutkia spiritistisiä ilmiöitä ja käytti siinä monia fysikaalisia ja mekaanisia kojeita: jousivaakoja, sähköparistoja jne. Ottiko hän tällöin mukaan tärkeimmän kojeen, opäilevän ja kriittisen pään ja pitikö hän sen loppuun saakka työkunnossa, sen näemme kohta. Joka tapauksessa ei kulunut pitkääkään aikaa, kun herra Crookes oli yhtä täydellisesti spiritismin vankina kuin herra Wallace.

»Jo muutaman vuoden ajan», kertoo viimeksi mainittu, »on eräs nuori nainen, neiti Florence Cook, osoittanut merkittäviä meedion ominaisuuksia; viimeksi hän pääsi niin pitkälle, että tuotti täydellisen naishahmon, joka väittää olevansa henkistä alkuperää ja ilmestyy paljain jaloin, valkeassa liehuvassa vaatetuksessa, samaan aikaan kun tummaan pukeutunut meedio makaa sidottuna ja syvässä unessa verholla eristetyssä komeossa (cabinet) tai viereisessä huoneessa.» [S. 181.]

Tätä honkeä, joka käytti itsestään nimeä Katey ja joka oli ihmeteltävästi neiti Cookin näköinen, tarttui eräänä iltana äkkiä vartalosta herra Volckman — rouva Guppyn nykyinen puoliso — ja piti kiinni nähdäkseen, eikö se ollut juuri neiti Cook toisessa asussa. Henki käyttäytyi täysin aidon naisen tapaan, puolustautui sitkeästi, katsojat puuttuivat asiaan, kaasua sammutettiin, ja kun jonkin aikaa kestäneen mekastuksen jälkeen rauha palautui ja huone valaistiin, oli henki kadonnut, ja neiti Cook makasi sidottuna ja tajuttomana nurkassaan. Mutta herra Volckman kuuluu vielä tänäkin päivänä väittävän, että se, johon hän tarttui, oli neiti Cook eikä kukaan muu.⁴⁶ Todetakseen tämän tieteellisesti kuuluisa sähkömies herra Varley johti

uudessa kokeessa virran paristosta sillä tavoin meedion, neiti Cookin kautta, että tämä ei olisi voinut esittää henkeä katkaisematta virtaa. Mutta henki ilmestyikin. Kysymyksessä oli siis ori olento kuin neiti Cook. Herra Crookes otti tehtäväkseen tämän seikan vieläkin varmemman toteutuksen. Hänen ensimmäinen toimenpiteensä oli henkiolentomaisen naisen *luottamuksen* saavuttaminen.

Luottamus — hän itse sanoo »Spiritualistissa», 5. kesäkuuta 1874 — »kasvoi vähitellen niin, että hän kiel- täytyi istunnosta, ellen *minä ollut johtamassa sen jär- jestelyä**. Hän sanoi toivovansa, että *minä** olisin aina hänen lähellään ja komeron läheisyydessä; minä huomasin, että sitten kun tämä luottamus oli saavutettu ja hän oli varma siitä, että minä *en rikkoisi mitään hänelle antamaani lupausta**, kaikki ilmiöt tulivat melkoisesti voimakkaammiksi ja minulle annettiin vapaaehtoisesti todistusaineistoa, joka muuta tietä olisi ollut saavuttamattomissa. Hän *kysyi minulta* usein *tietoja** istuntoihin osallistuneista henkilöistä ja heille varatuista paikoista, sillä hän oli viime aikoina tullut hyvin pelokkaaksi (nervous) eräiden pahansuopien viittailujen johdosta, että toisten, tieteellisempien tutkimusmenetelmien ohella olisi käytettävä myös *väkivaltaa**.»⁴⁷

Henkineiti palkitsi tämän yhtä rakastettavan kuin tieteellisenkin luottamuksen täysin mitoin. Hän ilmestyi — mikä meitä ei nyt enää ihmetytä — herra Crookesin kotiinkin, leikki hänen lastensa kanssa ja kertoi heille »kaskuja seikkailuistaan Intiassa», jutteli herra Crookesille »eräistä menneen elämänsä katkerista kokemuk- sista», antoi herra Crookesin syleillä itseään, jotta tämä tulisi vakuuttuneeksi hänen aidosta aineellisuudestaan, antoi todeta suonenlyöntinsä ja hengityksensä tiheyden minuutissa ja vihdoin myös valokuvata itsensä herra Crookesin rin- nalla.⁴⁸

* Kursivointi Engelsin. Toim.

»Tämä hahmo», sanoo herra Wallace, »sen jälkeen kun hänet oli nähty, tunnusteltu, valokuvattu ja kun hänen kanssaan oli keskusteltu, *katosi ehdottomasti** pienestä huoneesta, josta pääsi ulos vain katsojien täyttämän viereisen huoneen kautta» [s. 183],

mikä ei ole kovinkaan vaikeaa edellyttäen, että katsojat olivat kyllin kohteliaita osoittaakseen herra Crookesille, jonka kodissa tämä tapahtui, vähintään yhtä paljon luottamusta kuin tämä osoitti hengelle.

Valitettavasti nämä »täysin todistetut ilmiöt» eivät ole edes spiritualisteille itselleen ilman muuta uskottavia. Näimme edellä, kuinka kovin spiritualistinen herra Volckman oli sallinut itselleen varsin materiaalisen otteen. Ja nyttemmin on muuan pappi ja »Spiritualistien brittiläisen Kansallis-Assosiaation» komitean jäsen samaten ollut läsnä eräässä neiti Cookin istunnossa ja vaivattomasti todennut, että se huone, jonka ovesta henki tuli ja katosi, oli *toisen oven* kautta yhteydessä ulkomaailmaan. Samoin läsnä olleen herra Crookesin käyttäytyminen antoi »lopullisen kuoliniskun minun uskolleni, että näissä esiintymisissä voisi olla jotakin vakavasti otettavaa». (*Mystic London*», by the Rev. C. Maurice Davies, London, Tinsley Brothers.)⁴⁹ Ja kaiken kukkuraksi tuli Amerikassa päivänvaloon, kuinka noita »Kateyta» »materialisoidaan». Muuan aviopari Holmes esitti Philadelphiassa näyttöjä, joissa samoin eräs »Katey» esiintyi saaden uskovilta runsaasti lahjoja. Muuan epäilijä ei kuitenkaan saanut rauhaa ennen kuin pääsi sanotun Kateyn jäljille, naisen, joka muuten oli jo kerran tehnyt lakon riittämättömän maksun vuoksi; hän löysi tämän eräästä yksityishotelistä (boarding-house), löysi nuoren naisen, joka

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

oli kiistattomasti lihaa ja verta ja jonka halussa olivat kaikki hengelle annetut lahjat.⁵⁰

Mutta myös mannermaan piti saada omat tieteelliset henkien näkijänsä. Muuan pietarilainen tieteellinen korporaatio — en tiedä tarkkaan, oliko se yliopisto vai peräti akatemia — valtuutti herrat valtioneuvos Aksakovin ja kemisti Butlerovin tutkimaan spiritistisiä ilmiöitä, mistä ei kuitenkaan näytä olleen suuriakaan tuloksia.⁵¹ Sitä vastoin — mikäli on uskomista spiritualistien äänekkäisiin julistuksiin — Saksakin on nyt pannut asialle oman miehensä leipzigiläisen herra professori Zöllnerin persoonassa.

Herra Zöllner on tunnetusti jo vuosikautia työskennellyt voimaperäisesti avaruuden »neljännen ulottuvuuden» parissa ja havainnut, että monet asiat, jotka ovat mahdottomia kolmiulotteisessa avaruudessa, ovat neliulotteisessa avaruudessa itsestään ymmärrettäviä. Niinpä tässä viimeksi mainitussa avaruudessa voidaan kääntää metallipallo nurin kuin käsine tekemättä siihen lovea, samoin tehdä solmu kummaltakin puolelta loputtomaan tai molemmista päistä kiinnitettyyn lankaan, voidaan myös kytkeä toisiinsa kaksi suljettua rengasta avaamatta kumpakaan ja tehdä monia muita samanlaisia tempuja. Henkien maailmasta tulleiden uusimpien voitonriemuisten ilmoitusten mukaan herra professori Zöllner olisi nyt kääntynyt yhden tai useamman meedion puoleen saadakseen heidän avullaan selville lähemmät tiedot neljännen ulottuvuuden sijainnista. Menestys kuuluu olleen hämmästyttävä. Tuolin selkänöjan, johon hänen käsivartensa nojasi itse käden ollessa koko ajan pöydällä, havaittiin istunnon jälkeen kiertyneen käsivarren ympärille, molemmista päistä pöytään sinetöityyn lankaan oli tullut neljä solmua jne. Sanalla sanoen henget olivat tehneet

leikiten kaikki neljännän ulottuvuuden ihmeet. Huomautettakoon: relata refero*, en vastaa henkien tiedotusten paikkansapitävyydestä, ja jos niissä olisi joitakin vääriä tietoja, luulisin herra Zöllnerin olevan minulle kiitollisen siitä, että tarjoan hänelle tilaisuuden niiden oikaisemiseen. Mutta jos ne ilmaisevat herra Zöllnerin kokemuksia väärentämättöminä, ne ovat ilmeisesti merkkinä uuden aikakauden alkamisesta niin henkityhteessä kuin matematiikassakin. Henget todistavat neljännän ulottuvuuden olemassaolon, kuten neljäs ulottuvuus vastaa henkien olemassaolosta. Ja kun tämä on kerran todettu, tieteelle avautuu aivan uusi, mittaamaton kenttä. Koko tähänastisesta matematiikasta ja luonnontieteestä tulee vain esikoulu neljännän ja vielä korkeampien ulottuvuuksien matematiikalle sekä näissä korkeammassa ulottuvuuksissa asustavien henkien mekaniikalle, fysiikalle, kemialle ja fysiologialle. Onhan herra Crookes tieteellisesti todennut, kuinka paljon pöydät ja muut huonekalut menettävät painoaan siirtyessään — voimmeko nyt sanoa — neljänteen ulottuvuuteen, ja herra Wallace selittää tulleen täysin todistetuksi, että tuli oi siellä vahingoita ihmisruumista. Ja sitten näiden henkiruumiiden fysiologia! Ne hengittävät, niillä on suonenlyönti, siis keuhkot, sydän ja verenkiertoelimet, ja tämän mukaan ne ovat muidenkin ruumiin elinten suhteen ilmeisesti vähintään yhtä erinomaisesti turvattuja kuin meikäläisenkin. Sillä hengittämiseen kuuluu hiilihydraatteja, jotka palavat keuhkoissa, ja niitä voi saada vain ulkopuolelta. Pitää siis olla vatsa, suolisto ja muuta siihen liittyvää — ja kun olemme kaiken tämän todenneet, seuraa kaikki muu vaivattomasti. Mutta tuollaisten elinten

* — kerron kerrottua. *Toim.*

olemassaoloon sisältyy niiden sairastumisen mahdollisuus, joten herra Virchowille saattaa käydä niin, että hänen täytyy kirjoittaa teos henkimaailman solupatologiasta. Ja kun useimmat noista hengistä ovat ihmeen ihania nuoria naisia, jotka eivät ensinkään eroa maallisista vaimoimisista muutoin kuin ylimaallisella kauneudellaan, niin kuinka silloin voisi kulua pitkäkään aikaa, ennen kuin he ilmestyvät »miehille, jotka tuntevat rakkautta»⁵²? Ja kun tällöin, kuten herra Crookes suonenlyönnin perusteella totesi, »naissydän ei puutu», niin luonnolliselle valinnallekin avautuu neljäs ulottuvuus, jossa sen ei enää tarvitse pelätä tulla sekoitetuksi pahan sosialidemokratian kanssa.⁵³

Riittää. Sanotusta käy kouraantuntuvasti selville, mikä on varmin tie luonnontieteestä mystiikkaan. Se ei ole ylenmäärin rehottavaa luonnofilosofien teoriointia, vaan kaikkein latteinta, kaikkea teoriaa halveksivaa, kaikkeen ajatteluun epäluuloisesti suhtautuvaa empiriaa. Henkien olemassaoloa ei todisteta apriorisella välttämättömyydellä, vaan herrojen Wallacen, Crookesin ja Kumppanien kokemuseräisillä havainnoilla. Jos uskomme Crookesin spektraalianalyytisiin havaintoihin, jotka johtivat tallium-metallin keksimiseen, tai Wallacen runsaisiin eläintieteellisiin löytöihin Malaijien saaristossa, niin meiltä vaaditaan samaa uskoa näiden kummankin tutkijan spiritistisiin kokemuksiin ja löytöihin. Ja kun me sanomme, että tässä on sentään pieni ero, nimittäin se, että ensin mainitut me voimme todentaa, mutta emme toisia, vastaavat henkiennäkiäjät meille, että asia ei ole niin ja että he ovat valmiit antamaan meille tilaisuuden henki-ilmiiöidenkin todentamiseen.

Dialektiikan halveksiminen ei jää rankaisematta. Niin paljon kuin kaikkea teoreettista ajattelua saatetaan väheksyäkin, ilman sitä ei ole mahdollista yhdistää toisiinsa kahta luonnon tosiasiaa tai nähdä niiden kesken vallitsevaa yhteyttä. Kysymys on tällöin vain siitä, ajatellaanko oikein vai ei, ja teorian väheksyminen on tietenkin varmin tie siihen, että ajatellaan naturalistisesti ja niin muodoin väärin. Mutta johdonmukaisesti loppuun viety väärä ajattelu johtaa vanhastaan tunnetun dialektisen lain mukaan säännöllisesti lähtökohdalleen vastakkaisiin tuloksiin. Ja näin dialektiikan empiirinen halveksiminen rankaisee itsensä johdattamalla joitakin kaikkein järkevimpiä empiirikkoja surkeimpaan taikauskoon, nykyaikaiseen spiritismiin.

Samoin on matematiikan laita. Tavalliset metafysiset matemaatikot ylpeilevät tieteesä tulosten ehdottomalla kumoamattomuudella. Mutta näihin tuloksiin kuuluvat myös kuvitellut suureet, joten niillekin on ominaista tietty reaalisuus. Mutta kun on kerran totuttu myöntämään miinus ykkösen neliöjuurelle tai neljännelle ulottuvuudelle jonkinlainen reaalisuus päämme ulkopuolella, niin eipä ole väliä, vaikka otetaan vielä askel eteenpäin ja hyväksytään medioidenkin henkimaailma. Käy niin kuin Ketteler sanoi Döllingeristä:

»Se mies on puolustanut eläessään niin monia miellettömyyksiä, että hän saattaisi totta tosiaan ottaa vielä erchtymättömyysdogminkin kaupan päällisiksi!»⁶⁴

Paljas empiria on todellakin kykenemätön selviytymään spiritisteistä. Ensinnäkin »korkeimmat» ilmiöt näytetään aina vasta sitten kun asianomainen »tutkija» on jo niin pitkälle kiedottu, että hän näkee vain sen mitä hänen pitää tai mitä hän tahtoo nähdä, niin kuin Crookes

itse aidossa naiiviudessaan asiaa kuvailee. Mutta toiseksi spiritistit eivät ole millänsäkään siitä, vaikka sadat niin sanotut tosiasiat paljastuvatkin huiputukseksi ja kymmenet niin sanotut meediat tavallisiksi silmäkääntäjiksi. Niin kauan kuin *jokainen* yksittäinen niin sanottu ihme ei ole tullut lopullisesti paljastetuksi, spiritisteille jää vielä kylliksi liikkumatilaa, kuten Wallacekin selvästi sanoo väärennettyjen henkivalokuvien johdosta. Väärennysten olemassaolo kuulemma todistaa oikeiden valokuvien aitouden.

Ja niin empiria katsoo sitten olevansa pakotettu selviytymään henkiennäkijäin tungettelevaisuudesta, ei empiirisillä kokeilla, vaan teoreettisilla järkeilyillä sanomalla Huxleyn mukana:

»Ainoa hyvä asia, mikä spiritismin totuudellisuuden todistamisesta voitaisiin mielestäni saada, olisi käsitteäkseni uusi perustelu itsemurhaa vastaan. Parempi on elää kadunlakaisijana kuin puhua vainajana roskaa jonkun meedion suulla, jolle maksetaan yksi guinea istunnolta.»⁵⁶

DIALEKTIikka⁵⁶

(Kehiteltävä dialektiikan yleistä luonnetta tieteenä yhteyksistä, metafysiikan vastakohtana.)

Se on siis luonnon ja ihmisyyhteiskunnan historia, josta dialektiikan lait abstrahoidaan. Ne eivät ole lainkaan mitään muuta kuin näiden molempien historiallisen kehityksen vaiheiden ja itse ajattelun yleisimpiä lakeja. Ja ne pelkistyvätkin pääasiassa kolmeksi laiksi:

laki määrän muuttumisesta laaduksi ja päinvastoin;

laki vastakohtien toistensa läpäisemisestä;

laki kieltämisen kieltämisestä.

Kaikkia näitä kolmea lakia Hegel kehitteli idealistiseen tapansa pelkkinä *ajattelun* lakeina: ensimmäistä »Logiikan» ensimmäisessä osassa, opissa olemisesta; toinen täyttää hänen »Logiikkansa» koko toisen ja merkittävimmän osan, opin olemuksesta; kolmas esiintyy vihdoin peruslakina koko järjestelmän rakentamiselle. Virhe on siinä, että näitä lakeja ei johdeta luonnosta ja historiasta, vaan sanellaan niille ylhäältä päin ajattelun lakeina. Tästä syntyykin sitten tuo koko pingotettu ja usein hirvittävä rakennelma: maailman pitää tahtoen tai tahtomattaan mukautua ajatusjärjestelmään, joka itse

on vain inhimillisen ajattelun tietyn kehitysvaiheen tuote. Jos käännämme suhteen päinvastaiseksi, kaikki käy yksinkertaiseksi, ja idealistisessa filosofiassa äärimmäisen salaperäisiltä näyttävät dialektiset lait tulevat heti yksinkertaisiksi ja päivänselviksi.

Mainittakoon, että se joka tuntee Hegeliä odes jonkin verran, tietää myös, että Hegel osaa sadoissa kohdissa esittää luonnosta ja historiasta sattuvimmat esimerkit dialektisten lakien todistamiseen.

Emme pyri tässä laatimaan dialektiikan käsikirjaa, vaan ainoastaan osoittamaan, että dialektiset lait ovat luonnon todellisia kehityslakeja ja että ne siis pätevät myös teoreettisessa luonnontutkimuksessa. Tämän vuoksi emme voi ryhtyä yksityiskohtaisesti tarkastelemaan noiden lakien sisäistä yhteyttä toisiinsa.

I. Laki määrän muuttumisesta laaduksi ja päinvastoin. Tämän lain voimme omaa tarkoitustamme varten ilmaista siten, että luonnossa laadulliset muutokset voivat tapahtua — kussakin yksittäistapauksessa tarkoin määräytyvällä tavalla — vain materian tai liikkeen (ns. energian) määrällisen lisääntymisen tai määrällisen vähenemisen tietä.

Kaikki laadulliset erot luonnossa perustuvat joko erilaiseen kemialliseen koostumukseen tai liikkeen (energian) erilaisiin määriin tai muotoihin tahi, kuten melkein aina tapahtuu, molempiin. On siis mahdotonta muuttaa jonkin kappaleen laatua lisäämättä tai vähentämättä materiaa tai liikettä, ts. ilman tämän kappaleen määrällistä muuttamista. Tässä muodossa osoittautuu siis Hegelin salaperäinen oppilause sekä täysin järjelliseksi että varsin valaisevaksikin.

Ei liene tarpeellista viitata siihen, että myöskin eri kappaleiden erilaiset allotrooppiset ja aggregaatiotilat, jotka riippuvat molekyylien erilaisesta ryhmyksestä, perustuvat kappaleen osalle tulleen liikkeen suurempiin tai pienempiin määriin [Menge].

Mutta mitä on sanottava liikkeen eli us. energian muodonmuutoksesta? Kun muutamme lämmön mekaaniseksi liikkeeksi tahi päinvastoin, niin eikö silloin muutu vain laatu, mutta määrä jää samaksi? Se on totta, mutta liikkeen muodonmuutoksesta voidaan sanoa samaa kuin Heine sanoi paheesta: hyveellinen voi jokainen olla itseksensä, paheeseen kuuluu aina kaksi.⁵⁷ Liikkeen muodonmuutos on tapahtuma aina vähintään kahden kappaleen kesken, joista toinen menettää tietyn määrän tämänlaatuista liikettä (esim. lämpöä), toinen ottaa vastaan vastaavan määrän tuonlaatuista liikettä (mekaanista liikettä, sähköä, kemiallista hajoamista). Määrä ja laatu vastaavat siis tässä toisiaan molemmin puolin ja vastavuoroisesti. Tähän asti ei ole vielä onnistuttu muuttamaan liikettä yksittäisen eristetyn kappaleen sisällä muodosta toiseen.

Tässä on lähinnä kysymys elottomista kappaleista; elollisista pätee sama laki, mutta se tapahtuu hyvin monimutkaisissa olosuhteissa, ja määrällinen mittaus on meille siinä vielä tänään usein mahdotontakin.

Jos ajattelemme mitä tahansa elotonta kappaletta jaettuna yhä pienempiin osiin, ei siinä aluksi ole havaittavissa mitään laadullista muutosta. Mutta tällä jakamisella on rajansa: jos meidän onnistuu, kuten käy haihtumisessa, esittää erilliset molekyylit vapautuneina, niin voimme tosin useimmissa tapauksissa jatkaa niiden jakamista edelleenkin, mutta vain laadun muuttuessa täydellisesti. Molekyylit jakautuu erilli-

siin atomeihinsa. joilla on aivan toisenlaisia ominaisuuksia kuin molekyyllilla. Kysymyksen ollessa erilaisista kemiallisista alkuaineista koostuneista molekyyleistä molekyyliyhdistelmän sijaan astuvat itse näiden alkuaineiden atomit ja molekyylit; jos taas ollaan tekemisissä alkuaineiden molekyylien kanssa, niin ilmaantuu vapaita atomeja, joilla on aivan erilaiset laadulliset vaikutukset: syntymässä olevan hapen vapaat atomit saavat leikiten aikaan sellaista, mihin molekyyliin sidotut ilmakehähapen atomit eivät milloinkaan pysty.

Mutta jo molekyylikin eroaa laadullisesti kappalemassasta, johon se kuuluu. Se voi suorittaa liikkeitä tästä massasta riippumatta ja tämän pysyessä näennäisesti levossa, esim. lämpövärttelyjä; muuttaessaan asemaansa ja yhteyttä naapurimolekyyliin se voi siirtää kappaleen toiseen allotrooppiseen tai aggregaatiotilaan jne.

Näemme siis, että puhtaasti määrällisellä jakotoimituksella on raja, jossa se muuttuu laadulliseksi eroiksi: massa koostuu pelkistä molekyyleistä, mutta eroaa oleellisesti molekyylistä, kuten tämä jälleen eroaa atomista. Tähän eroon perustuukin se, että mekaniikka, tiede taivaan ja maan ainemassoista, eroaa fysiikasta, molekyylien mekaniikasta. ja kemiasta, atomien fysiikasta.

Mekaniikassa ei esiinny mitään laatuja, korkeintaan olotiloja, kuten tasapainoa, liikettä, potentiaalista energiaa, jotka kaikki perustuvat mitattavissa olevaan liikkeen siirtoon ja jotka itse voidaan määrällisesti ilmaista. Sikäli kuin tässä tapahtuu laadullista muutosta, johtuu se vastaavasta määrällisestä muutoksesta.

Fysiikassa käsitellään kappaleita kemiallisesti muuttumattomina tai indifferentteinä; siinä ollaan tekemisissä kappaleiden molekylaaritulojen

muutosten ja liikkeen muodonmuutoksen kanssa, jossa molekyylit alkavat vaikuttaa kaikissa tapauksissa, ainakin jommallakummalla puolella. Tällöin on jokainen muutos määrän muuttumista laaduksi, seurausta kappaleeseen kuuluvan tai sille jossakin muodossa annetun liikepaljouden määrällisestä muutoksesta.

»Niinpä on veden lämpö määrä aluksi yhdentekevän tippuvan nestemäiseen tilaan nähden; mutta sitten, nestemäisen veden lämpömäärän lisääntyessä tai vähentessä, tulee kohta, jossa tämä kinnenevoimatila muuttuu ja vesi tulee toisaalta höyryksi, toisaalta jääksi.» (Hegel, »Enzyklopädie», Gesamtausgabe, Bd. VI, S. 217.)⁵⁸

Samoin tarvitaan tietty virran voimakkuus, jotta sähkölampun platinalanka saataisiin hehkumaan; samoin on jokaisella metallilla hehkumis- ja sulamislämpönsä, jokaisella nesteellä tietyn paineen vallitessa oma jäätymis- ja kiehumispisteensä — mikäli meidän välineillämme pystytään saamaan vastaava lämpö määrä aikaan; samoin on vihdoin jokaisella kaasulla kriittinen kohtansa, jossa paine ja jäähdytys tekevät sen tippuvan nestemäiseksi. Sanalla sanoen: niin kutsutut fysiikan konstantit eivät suurimmalta osaltaan ole mitään muuta kuin nimityksiä solmukohdille, joissa määrällinen muutos, liikkeen lisääminen tai vähentäminen aiheuttaa laadullisen muutoksen kyseisen kappaleen tilassa ja joissa siis määrä muuttuu laaduksi.

Mutta se alue, jolla Hegelin keksimä luonnonlaki viettää suurimpia riemuvoittojaan, on kemia. Kemiaa voidaan nimittää tieteen kappaleiden laadullisista muutoksista, jotka johtuvat muuttuneesta määrällisestä koostumuksesta. Tämän tiesi jo Hegelkin. (»Logik», Gesamtausgabe, III, S. 433.)⁵⁹ Esimerkiksi happi: jos molekyyliksi yhtyy kolme atomia tavanomaisen kahden asemesta, saadaan otsoni, aine, joka

sekä hajultaan että vaikutukseltaan eroaa hyvin selvästi tavallisesta hapesta niistä erilaisista suhteista puhumattakaan, joissa happi yhtyy tyypeen tai rikkiin ja joista jokainen muodostaa kaikista muista laadullisesti eroavan kappaleen! Kuinka erilainen onkaan naurukaasu (typpimonoksidi N_2O) kuin salpietarihappoanhydridi (typpipentoksidi N_2O_5)! Edellinen on kaasua, jälkimmäinen tavallisessa lämpötilassa kiinteä kristallimainen kappale. Ja kuitenkin on koostumuksen koko ero siinä, että jälkimmäinen sisältää viisi kertaa niin paljon happea kuin edellinen, ja molempien välillä on vielä kolme muuta typen oksidia (NO , N_2O_3 , NO_2), jotka kaikki eroavat laadullisesti kummastakin ja toisistaan.

Vieläkin silmäänpistävämpänä tämä ilmenee hiiliyhdisteiden, erittäinkin yksinkertaisempien hiilivety-yhdisteiden homologisissa sarjoissa. Normaaleista parafiineista yksinkertaisin on metaani CH_4 ; siinä on 4 hiiliatomin yhdisteyksikköä kyllästetty 4 vetyatomilla. Toinen, etaanini C_2H_6 , on sitonut 2 hiiliatomia keskenään ja kyllästännyt vapaat 6 yhdisteyksikköä 6 vetyatomilla. Ja niin edelleen C_3H_8 , C_4H_{10} jne. algebrallisen kaavan C_nH_{2n+2} mukaan, niin että lisäämällä kuhunkin CH_2 saadaan joka kerralla edellisestä laadullisesti eroava kappale. Sarjan kolme alinta jäsentä ovat kaasuja, korkein tunnettu, hekdekaani $C_{16}H_{34}$ on kiinteä kappale, jonka kiehumapiste on $278^\circ C$. Sama koskee parafiineista (teoreettisesti) johdettujen primääristen alkoholien sarjaa, jonka kaava on $C_nH_{2n+2}O$, sekä yksinkertaisten rasvahappojen sarjaa (kaava $C_nH_{2n}O_2$). Millaisen laadullisen eron määrällinen lisäys C_3H_6 voi tuoda mukanaan, sen saamme kokea, kun maistamme etyylialkoholia C_2H_6O jossakin nautittavassa muodossa sekoittamatta siihen muita alkoholeja, ja kun toisen

kerran maistamme samaa etyylialkoholia, mutta lisäämme siihen hiukan amyylialkoholia $C_5H_{12}O$, josta iuhottava sikunaöljy pääasiallisesti koostuu. Päämme huomaa sen seuraavana aamuna, omaksi vahingokseen; joten voitaisiin jopa sanoa, että humalatile ja sitä seurannut kohmelo ovat myös laaduksi muuttunutta määrää, toisaalla etyylialkoholin, toisaalla tähän lisätyn C_3H_6 .

Näissä sarjoissa tulee Hegelin laki sitä paitsi vastaamme vielä toisessakin muodossa. Sarjan alemmat jäsenet sallivat vain yhden ainoan atomien molemminpuolisen sijainnin. Mutta jos molekyyliksi yhtyneiden atomien lukumäärä saavuttaa kullekin sarjalle määräytyvän tietyn suuruuden, voi atomien ryhmittäminen molekyyliä tapahtua useammalla tavalla; siten voi esiintyä kaksi tai useampia isomeerisiä yhdisteitä, joilla on yhtä paljon atomeja C, H, O molekyyliä, mutta jotka kuitenkin ovat laadullisesti erilaisia. Voimme jopa laskea, kuinka monta sellaista isomeeria on mahdollista sarjan jokaista jäsentä kohti. Niinpä parafiinisarjassa tulee C_4H_{10} kohti kaksi, C_5H_{12} kohti kolme isomeeria; korkeampien jäsenten kohdalla nousee mahdollisten isomeerien luku hyvin nopeasti. Se on siis taaskin atomien lukumäärä molekyyliä, mikä saa aikaan sellaisten laadullisesti erilaisten isomeerien mahdollisuuden, ja myös — sikäli kuin saadaan todistetuksi — niiden todellisen olemassaolon.

Eikä siinä kaikki. Kussakin näistä sarjoista tuntemiemme kappaleiden analogian perusteella voimme tehdä päätelmiä sarjan vielä tuntemattomien jäsenten fysikaalisista ominaisuuksista ja ennustaa melkoisella varmuudella — ainakin tuntemiemme lähinnä seuraavien jäsenten kohdalla — nämä ominaisuudet, kiehumapisteen jne.

Vihdoin Hegelin laki pätee paitsi aineyhdisteisiin myös kemiallisiin alkuaineihin itseensä nähden. Tiedämme nyt, että

»alkuaineiden kemialliset ominaisuudet ovat atomipainojen jaksollista funktiota» (Roscoe-Schorlemmer, »Ausführliches Lehrbuch der Chemie», II Bd., S. 823),⁶⁰ että siis niiden laatu riippuu niiden atomipainon määrästä. Ja tämä on loistavalla tavalla tullut toteen näytetyksi. Mendelejev osoitti, että atomipainojen mukaan järjestetyissä toisilleen sukua olevien alkuaineiden sarjoissa esiintyi aukkoja, jotka viittaavat siihen, että siinä on vielä löydettävissä uusia alkuaineita. Hän kuvasi edeltäkäsinkin erään näistä tuntemattomista alkuaineista, jolle hän antoi nimen ekaaluminium, koska se aluminiumilla alkavassa sarjassa seuraa heti aluminiumin jälkeen, esitti sen yleiset kemialliset ominaisuudet ja ennusti likipitään sen ominais- ja atomipainon sekä atomivolyymin. Muutamia vuosia myöhemmin Lecoq de Boisbaudran löysi todellakin tämän alkuaineen, ja Mendelejevin ennustukset pitivät paikkansa aivan vähäisin poikkeamin. Ekaaluminium sai toteutuksensa galliumissa (sama, s. 828).⁶¹ Soveltamalla — tiedottomasti — Hegelin lakia määrän muuttumisesta laaduksi Mendelejev oli onnistunut suorittamaan tieteellisen suurtyön, joka voidaan rohkeasti rinnastaa Leverrierin suorittamaan, silloin vielä tuntemattoman kiertotähti Neptunuksen radan laskemiseen.

Sama laki osoittaa paikkansapitävyyden joka askeleella niin biologiassa kuin ihmisyyhteiskunnan historiassakin; me haluamme kuitenkin tässä pysytellä vain eksaktien tieteiden tarjoamissa esimerkeissä, koska määrät ovat niissä tarkasti mitattavissa ja seurattavissa.

Luultavasti tulevat ne samat herrat, jotka tähän saakka ovat leimanneet määrän muuttu-

misen laaduksi mystisismiksi ja käsittämättömäksi transkentalismiksi, nyt selittämään, että tuohan on jotakin aivan itsestään selvää, arkipäiväistä ja lattoa, mitä he itsekin ovat jo kauan sitten soveltaneet, eikä se niin ollen opeta heille mitään uutta. Mutta se, että luonnon, yhteiskunnan ja ajattelun kehityksen yleinen laki on ensimmäistä kertaa lausuttu julki yleispätevässä muodossaan, pysyy aina maailmanhistoriallisena tekona. Ja jos nuo herrat ovat monien vuosien kuluessa autaneet määrän ja laadun muuttua toisikseen tietämättä mitä he tekivät, heidän täytyy lohduttautua yhdessä Molièren monsieur Jourdainin kanssa, joka niinkään oli koko elämänsä ajan puhunut proosaa sitä lainkaan aavistamatta.⁶²

LIIKKEEN PERUSMUODOT ⁶³

Liike yleisimmässä mielessä, kun se ymmärretään materian olotavaksi ja irrottamattomaksi määreeksi, käsittää kaikki maailmankaikkeudessa tapahtuvat muutokset ja prosessit, pelkästä paikanmuutoksesta ajatteluun asti. Liikkeen luonnetta koskevassa tutkimuksessa oli tietenkin lähdettävä tuon liikkeen alimmista, yksinkertaisimmista muodoista ennen kuin se saattoi tehdä jotakin korkeampien ja mutkikkaampien muotojen selvittämisessä. Niinpä näemme, miten luonnontieteiden historiallisessa kehityksessä muodostetaan ensiksi yksinkertaisten paikanmuutosten teoria, taivaankappaleiden ja maanpäällisten massojen mekaniikka; sitä seuraa molekylaariliikkeen teoria, fysiikka, ja heti sen jälkeen, miltei sen rinnalla ja paikoitellen sitä ennen tiede atomien liikkeestä, kemia. Vasta sitten, kun nämä elottomassa luonnossa vallitsevia liikemuotoja koskevan tiedon eri alat olivat päässeet muotoutumisensa korkeaan asteeseen, voitiin käydä menestyksellä käsiksi elintoimintaa koskevien liiketapahtumien selvittämiseen. Se eteni sitä myöten kuin mekaniikka, fysiikka ja kemia etenivät. Samaan aikaan kuin mekaniikka kykeni jo ajat sitten selittämään tyydyttävästi lihasten supistumisen liikkeelle paneman luuvivun eläinruumiissa alistaen sen

elottomassakin luonnossa vaikuttavien lakionsa alaiseksi, muiden elämänilmiöiden fysikaalis-keemiallinen perustelu on vielä aika alussa kehittyään. Kun me siis tutkimme tässä liikkeen luonnetta, meidän on pakko jättää huomiotta liikkeen elimelliset muodot. Siksi pakon sanelemana rajoitumme — tieteen tilan mukaisesti — elottoman luonnon liikemuotoihin.

Kaikki liike liittyy johonkin paikanmuutokseen, oli sitten kysymys taivaankappaleiden, maanpäällisten massojen, molekyylien, atomien taikka eetterihiukkasten paikanmuutoksesta. Mitä korkeampaa laatua liikemuoto on, sitä vähäisempi on tämä paikanmuutos. Se ei ilmaise mitenkään tyhjentyvästi kulloinkin kyseessä olevan liikkeen luonnetta, mutta se on siitä erottamaton. Sitä on siis tutkittava ennen kaikkea muuta.

Koko meidän ulottuvillamme oleva luonto muodostaa järjestelmän, kappaleiden kokonaisuhteyden, ja me ymmärrämme tässä kappaleilla kaikkia aineellisia realiteetteja tähtisikermistä atomiin asti, jopa eetterihiukkaseen, mikäli sen olemassaolo on tunnustettu. Siihen, että nämä kappaleet ovat keskenään yhteydessä, sisältyy jo, että ne vaikuttavat toisiinsa, ja tuo niiden keskinäinen vaikutus on nimenomaan liikettä. Tässä jo ilmenee, että materia ei ole ajateltavissa ilman liikettä. Ja kun materia esiintyy meille odelleen jonakin annettuna, yhtä vähän luotavissa kuin tuhottavissakaan olevana, niin siitä seuraa, että liikekin on luomatonta ja tuhoamatonta. Tästä päätelmästä tuli kiistaton heti, kun maailmankaikkeus oli tiedostettu järjestelmäksi, kappaleiden keskinäisyhteydeksi. Ja kun filosofiassa päästiin tähän tietoon jo kauan ennen kuin se pääsi luonnontieteessä pätevänä vaikuttamaan, niin on selitettävissä, miksi filosofiassa

tehtiin kokonaista 200 vuotta ennen luonnontiedettä päätelmä liikkeen luomattomuudesta ja tuhoamattomuudesta. Jopa muotoa, jossa filosofia sen teki, ei ole päästy vielä nytkään nykyisessä luonnontieteellisessä muotoilussa ylittämään. Descartesin väittämä, että maailmankaikkeuteen sisältyvän liikkeen määrä [Menge] on alituisesti sama, on vain muodollisesti virheelinen soveltaessaan äärellistä ilmaisua äärettömään suureeseen. Sitä vastoin nykyisessä luonnontieteessä pätee kaksi saman lain ilmaisua: Helmholtzin *voiman* säilymisen sekä uudempi täsmällisempi *energian* säilymisen laki, joista toinen, kuten tulemme näkemään, on toisen suoranainen vastakohta ja joista kumpikin lisäksi ilmaisee vain yhden puolen suhteesta.

Kahden kappaleen vaikuttaessa toisiinsa siten, että seurauksena on jommankumman taikka molempien paikanmuutos, tämä paikanmuutos voi tapahtua vain lähenemisenä tai etääntymisenä. Ne joko vetävät toisiaan puoleensa taikka työntävät toisiaan luotaan. Taikka, kuten mekaniikassa sanotaan, niiden kesken vallitsevat voimat ovat keskeisvoimia, ts. vaikuttavat niiden keskipisteiden välisen yhdysviivan suunnassa. Että näin tapahtuu alituisen ja poikkeuksetta maailmankaikkeudessa niin mutkistuneilta kuin monet liikkeet näyttävätkin, on meille nykyisin itsestään selvää. Meistä tuntuisi mielettömältä olettaa, että kaksi toisiinsa vaikuttavaa kappaletta, joiden vuorovaikutuksella ei ole estettä taikka kolmansien kappaleiden vaikutusta, vaikuttaisivat toisiinsa toisin kuin lyhintä ja suorinta tietä, so. niiden keskipisteitä yhdistävän suoran suunnassa. * Tunnetusti on kuitenkin myös

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Kant sanoo s. 22, että avaruuden 3 ulottuvuuden ehtona on, että vetovoima tai poistovoima vaikuttaa kääntäen verrannollisesti etäisyyden ne-
liöön.»⁴ *Toim.*

Helmholtz («Erhaltung der Kraft», Berlin 1847, I ja II jae)⁶⁵ esittänyt matemaattisen todistuksen sille, että keskeisvaikutus ja liikepaljouden muuttumattomuus [Bewegungsmenge]⁶⁶ ovat toistensa ehtoina ja että olettamalla muunlaisia kuin keskeisvaikutuksia joudutaan tuloksiin, joissa liikettä voitaisiin joko luoda taikka hävittää. Kaiken liikkeen perusmuotona on täten läheneminen tai etääntyminen, kokoonvetäytyminen tai laajeneminen — lyhyesti sanoen vanha *vetovoiman* ja *poistovoiman* polaarinen vastakohta.

Huomautettakoon nimenomaan: vetovoimaa ja poistovoimaa ei tässä käsitetä niin sanottuina »voimina», vaan *liikkeen yksinkertaisina muotoina*. Johan Kant aikanaan käsitti materian vetovoiman ja poistovoiman ykseydeksi. Millä tavoin »voimista» on kysymys, ilmenee aikanaan.

Kaikki liike tapahtuu vetovoiman ja poistovoiman vuorottaisuutena. Liike on kuitenkin vain silloin mahdollista, jos jokainen yksittäinen vetovoima korvautuu toisessa kohdin vastaavalla poistovoimalla. Muutoin täytyisi toisen puolen saada aikaa myöten yliote toisesta, ja siten liike lakkaisi lopuksi tyyten. Kaikkien veto- ja poistovoimien täytyy niin muodoin olla maailmankaikkeudessa tasapainossa. Liikkeen hävittämättömyyden ja luomattomuuden laki saa täten ilmaisun, että yhtäläisen poistovoimaliikkeen on täydennettävä jokaista maailmankaikkeudessa tapahtuvaa vetovoimaliikettä ja päinvastoin; eli kuten vanhemmassa filosofiassa jo kauan ennen voiman, taikka energian, säilymisen lain luomontieteellistä esitystä asia ilmaistiin: maailmankaikkeudessa on kaikkien vetovoimien summa yhtä kuin kaikkien poistovoimien summa.

Tässä näyttää kuitenkin yhäti avoimilta kaksi mahdollisuutta kaiken liikkeen ajan oloon tapahtuvasta lakkaamisesta, nimittäin joko siten, että poistovoima ja vetovoima lopulta kerran tasoittavat tosiasiasa toisensa, taikka siten, että kokonaispoistovoima valtaa lopullisesti materian yhden osan ja kokonaisvetovoima sen toisen osan. Alun alkaenkaan dialektiselle käsitteykselle ei voi näitä mahdollisuuksia olla olemassa. Niin pian kuin dialektiikka on kerran osoittanut tähänastisten luonnonkokemuksiemme tuloksista, että kaikkien polaaristen vastakohtien ehtona on kummankin vastakkaisen navan vuorottaisuus, että näiden napojen erottaminen ja vastakkainasettelu on olemassa vain niiden keskinäisen yhteyden ja yhdistämisen puitteissa ja päinvastoin niiden yhdistäminen vain niiden erottamisessa ja niiden keskinäisen yhteyden vain niiden vastakkainasettamisessa, niin ei voi olla kysymystä poistovoiman ja vetovoiman lopullisesta tasaantumisesta eikä liioin toisen liikemuodon jakaantumisesta materian toiselle puoliskolle ja toisen toiselle eikä niin muodoin kummankin navan molemminpuolisesta toistensa läpäisemisestä* enempää kuin niiden absoluuttisesta erottamisestakaan. Se olisi täysin samaa kuin jos ensimmäisessä tapauksessa tahdottaisiin päästä magneetin pohjois- ja etelänavan keskinäiseen ja toistensa välityksellä tapahtuvaan neutraloitumiseen, taikka toisessa tapauksessa tahdottaisiin viilaamalla magneetti kummankin navan puolivälistä poikki saada aikaan toisaalle pohjoispuoli ilman etelänapaa ja toisaalle eteläpuoli ilman pohjoisnapaa. Mutta vaikka moisten oletusten sopimattomuus seuraa jo polaarisen vastakohtaisuuden dialektisestä luon-

* Keskinäisen tasoituksen sekä neutraloinnin merkityksessä.
Toim.

teesta, ainakin toinen hypoteesi näyttelee kuitenkin luonnontutkijain metafyyssisen ajattelutavan ansiosta fysiikan teorioissa tiettyä osaa. Tästä tulee puhe toisaalla.

Miltä nyt sitten liike näyttää vetovoiman ja poistovoiman välisenä vuorovaikutuksena? Sitä selvitämme parhaiten itse liikkeen eri muotojen ohessa. Tulos ilmenee sitten lopusta.

Ottakaamme tarkasteltavaksi kiertotähden, planeetan liike keskustaivaankappaleensa ympäri. Tavanomainen koulutähtitiedo Newtonin mukaan selittää tämän kiertotähden ellipsiradan syntyneen kahden voiman yhteisvaikutuksesta, keskuskappaleen vetovoiman ja kohtisuoraan tätä vetovoimaa vastaan planeettaan suunnatun tangentiaalisen voiman yhteisvaikutuksesta. Siinä oletetaan siis keskeisesti tapahtuvan liikemuodon lisäksi toinen keskipisteiden yhdysviiva vasten kohtisuoraan tapahtuva liikesuunta eli niin kutsuttu »voima». Se joutuu siten ristiriitaan yllämainitun peruslain kanssa, jonka mukaan meidän maailmankaikkeudessamme kaikki liike voi tapahtua vain toisiinsa vaikuttavien kappaleiden keskipisteiden suunnassa, taikka, kuten sanotaan, kaiken liikkeen aiheuttavat vain keskeisvoimat. Se tuo juuri täten teoriaan liikkeen aineksen, joka, kuten olemme samalla nähneet, johtaa välttämättä ajatukseen liikkeen luomisesta ja hävittämisestä ja edellyttää siten jotakin luoja. Näin ollen tämä salaperäinen tangentiaalivoima oli pelkistettävä keskeisesti tapahtuvaksi liikemuodoksi, ja tämän teki Kantin ja Laplacen kosmogoninen teoria. Tunnetusti suo tämä selitys mahdollisuuden aurinkokunnan syntyyn kiertoliikkeessä olevasta, äärimmäisen ohentuneesta kaasumassasta vähittäisen kokoonvetäytymisen kautta minkä kuluessa pyörimisliike tietenkin on voimakkainta tämän kaa-

supallon ekvaattorilla, päiväntasaajalla ja repii irti massasta yksittäisiä kaasurenkaita, jotka sitten myhkyntyvät planeetoiksi, pikkuplaneetoiksi jne. ja ne taas kiertävät keskuskappaletta alkuperäisessä kiertosuunnassa. Itse tämä kiertoliike selitetään tavallisesti eri kaasuhiukkas-ten omasta liikkeestä, joka tapahtuu mitä erilaisimpiin suuntiin, mutta jonka ohessa hallitsevaksi muodostuu lopuksi tiettyyn suuntaan käyvä ylivoima ja saa siten aikaan pyörivän liikkeen, jonka kaasupallon kokoonvetäytyessä on käytävä yhä voimakkaammaksi. Hyväksytäneenpä mikä hypoteesi tahansa kiertoliikkeen alkuperästä, syrjäytetään jokaisella niistä tangentiaalivoima, se sulautetaan keskeissuuntaan käyvän liikkeen johonkin erikoiseen ilmenemis- muotoon. Kun toinen, suoranainen keskeisosa kiertotähtiliikkeestä esiintyy painovoiman, kiertotähden ja keskuskappaleen välisen vetovoiman välityksellä, niin toinen, tangentinsuuntainen osa esiintyy kaasupallon yksityisten osasten alkuperäisen poistovoiman jäännöksenä, kuvautu- neessa tai muuntuneessa muodossa. Aurinkokun- nan olemisen prosessi esiintyy nyt vetovoiman ja poistovoiman vuorotteluna, jossa vetovoima saa vähitellen, yhä enemmän ja enemmän yli- otetta sen vuoksi, että poistovoima säteilee läm- mön muodossa maailmankaikkeuteen, järjestelmä (aurinkokunta) siis menettää sitä yhä enemmän ja enemmän.

Ensi silmäyksellä näkee, että liikemuoto, joka tässä käsitetään poistovoimaksi, repulsioksi, on sama, jota nykyaikainen fysiikka nimittää »ener- giaksi». Järjestelmän kokoonvetäytymisen ja sii- tä seuraavan erillisten kappaleiden — joista jär-jestelmä nyt koostuu — erittymisen kautta jär-jestelmä on menettänyt »energiaa», tuo menetys nousee Helmholtzin tunnetun laskelman mukaan

nykyisin jopa ⁴⁵³/₄₅₄ koko siinä alunperin poistovoiman muodossa olleesta liikemäärästä [Bewegungsmenge].

Tarkastelkaamme edelleen itse maapallollamme olevaa kappalemassaa. Sen sitoo Maan pinnalle paino, kuten puolestaan Maa on sidottu Aurinkoon; mutta toisin kuin Maa, se on kyvyn vapaaseen kiertotähtiliikkeeseen. Sen voi saattaa liikkeeseen vain ulkoapäin tuleva sysäys, ja silloinkin, kun sysäys lakkaa, sen liike joutuu heti pysähdykseen, tapahtukoonpa se sitten yksinomaan painon taikka sen väliaineen vastukseen liittyvästä vaikutuksesta, jossa se liikkuu. Tämäkin vastus on viime kädessä painon vaikutusta, ilman painoa Maalla ei olisi mitään vastustavaa väliainetta, mitään ilmakehää pinnallaan. Olemme siis tekemisissä maanpinnalla tapahtuvan puhtaasti mekaanisen liikkeen kanssa tilanteessa, jossa paino, vetovoima on ratkaisevasti vallitseva, missä niin muodoin liikkeen aikaan saaminen osoittaa molemmat vaiheet: ensiksi on vastustettava painoa, vetovoimaa, ja sitten on annettava painon vaikuttaa — sanalla sanoen: nostetaan ja pudotetaan.

Meillä on niin muodoin tässä jälleen toisaalta vetovoima ja toisaalta vastakkaiseen suuntaan tapahtuvan liikemuodon, ts. poistovoimaisen liikemuodon, välinen vuorovaikutus. Mutta luonnossa ei esiinnykään maanpäällisen puhtaan mekaniikan alueella (joka ottaa lukuun *annetuissa*, sen kannalta muuttumattomissa aggregaatio- ja koheesiomuodoissa esiintyvät massat) tätä poistovoimaista liikemuotoa. Ne fyysiset tai kemialliset olosuhteet, joissa kivenjätkäle irtaantuu vuorenhuipulta tai joiden vaikutuksesta vesiputous käy mahdolliseksi, ovat sen alueen ulkopuolella. Poistovoima ja nostoliike on maanpäällisessä puhtaassa mekaniikassa saatava ai-

kaan keinotekoisesti: ihmis-, eläin-, vesivoimin, höyryvoimalla jne. Ja tämä asianlaita, välttämättömyys taistella luonnon aiheuttamaa veto-voimaa vastaan keinotekoisesti, herättää mekaniikan soveltajissa käsityksen, että puoleensa vetäminen, paino, tai kuten sanomme, *painovoima* on luonnon olennaisin, jopa perusliikemuoto.

Jos esimerkiksi nostetaan punnus ja se panee suoranaishella tai epäsuoralla putoamisellaan muut kappaleet liikkeeseen, niin tavanomaisen mekaanisen käsityksen mukaan ei punnuksen *nostaminen* saa aikaan liikettä vaan *painovoima*. Niinpä esim. Helmholtz antaa

»meidän parhaiten tuntemamme ja yksinkertaisimman voiman, painovoiman, vaikuttaa liikkeellepanevana voimana... esimerkiksi seinäkelloissa, jotka käyvät punnuksella. Punnus... ei voi noudattaa painovoiman vetoa panematta koko kellolaitetta käyntiin.» Mutta se ei voi saada kellolaitetta käyntiin laskeutumatta itse, ja se laskeutuu vihdoin niin pitkälle, että nuora, josta se riippuu, on kokonaan päässyt kelalta. »Silloin kello pysähtyy, silloin sen punnuksen suorituskyky on ammennettu tyhjiin toistaiseksi. Sen paino ei ole hävinnyt eikä vähennyt, sitä vetää Maa puoleensa entisessä määrin, mutta tämän punnuksen kyky aikaansaada liikettä on hävinnyt... Voimme vetää kellon kuitenkin käsivartemme voimalla, kun punnusta nostetaan. Niin pian kuin se on tapahtunut, se on saanut entisen suorituskykynsä jälleen ja voi pitää kellon taas liikkeellä.» (Helmholtz, »Populäre Vorträge», II, S. 144—145.)

Helmholtzin mukaan kelloa ei siis pane liikkeeseen aktiivinen liikkeen välittäminen, ei punnuksen nostaminen, vaan punnuksen passiivinen paino, vaikka itse tämä paino vasta nostamisen välityksellä saadaan irti passiivisuudestaan ja punnusnuoran juostua loppuu palaa jälleen passiivisuuteensa. Kun siis uudemman käsityksen mukaan, kuten olemme nähneet, *energia* oli vain toinen ilmaisu *poistovoimalle*, niin tässä näyt-

tää vanhemman, Helmholtzin käsityksen mukaan olevan *voima* toisena ilmaisuna poistovoiman vastakohdalle, *vetovoimalle*. Toteamme tämän toistaiseksi.

Kun nyt prosessi on maanpäällisessä mekaniikassa päässyt päätepisteeseensä, kun painava massa on ensin nostettu ja sitten pudonnut jälleen samaan korkeuteen, niin mitä tulee liikkeestä, josta tämä prosessi koostuu? Puhtaan mekaniikan kannalta se on hävinnyt. Nyt me kuitenkin tiedämme, että se ei ole suinkaan hävinnyt. Se on vähäisemmältä osaltaan muutettu ilman ääniaaltovärähtelyksi, paljoa suuremmalta osaltaan lämmöksi, joka on luovutettu osaksi vastustavalle ilmakehälle, osaksi itse putoavalle kappaleelle ja vihdoin osaksi putoamis-kohtaansa. Ylös nostettu kellon punnus on samoin luovuttanut vähä vähältä liikkeensä kitkalämpönä kellolaitteen eri rattaille. Mutta ei *putoamisliike*, so. *vetovoima*, ole muuttunut lämmöksi, siis poistovoiman erääksi muodoksi. Päinvastoin *vetovoima*, *paino*, säilyy, kuten Helmholtz aivan oikein huomauttaa, sellaisena kuin se oli aikaisemmin, ja siitä tulee täsmällisesti puhuen jopa suurempi. Pikemminkin kohottamisen välityksellä nostetulle kappaleelle luovutettu poistovoima tulee putoamisen kautta *mekaanisesti* hävitetyksi ja syntyy jälleen lämpönä. Massapoistovoima on muuttunut molekyyli-poistovoimaksi.

Kuten sanottu, lämpö on poistovoiman muoto. Se panee kiinteiden kappaleiden molekyyliä värähtelemään, höllentää eri molekyylien sidosta, kunnes lopulta tapahtuu siirtyminen nestemäiseen tilaan; lämpöä jatkuvasti tuotaessa se kiihdyttää siinäkin tilassa molekyylien liikettä siihen määrään, että nämä riistäytyvät erilleen massasta täysin ja jatkavat liikettään kullekin

molekyylille ominaisella, kemiallisen peruskenteen edellyttämällä määrätyllä nopeudella vapaasti erillään; kun lämpöä tuodaan jatkuvasti lisää, se kiihdyttää tätä nopeutta edelleen ja karkottaa siten molekyylit yhä enemmän toisistaan.

Lämpö on kuitenkin eräs niin sanotun »energian» muoto, se osoittautuu tässäkin taas identtiseksi poistovoiman kanssa.

Staattisen sähkön ja magnetismin ilmiöissä olemme jakaneet veto- ja poistovoiman polaariseksi. Minkä oletuksen annettaneenkin siten päteä näiden molempien liikemuotojen modus operandin* suhteen, kukaan ihminen ei kumminkaan epäile joutuessaan tekemisiin tosiasioiden kanssa, etteivätkö veto- ja poistovoima, mikäli ne ovat staattisen sähkön tai magnetismin aikaansaamia ja voivat kehittyä esteettä, kompensoisi toisiansa täysin, mikä itse asiassa seuraa jo välttämättä polaarisen jaon luonnosta. Kaksi napaa, joiden toiminta ei täysin kompensoidu, eivät olisikaan napoja, eikä sellaisia ole ollut tähän mennessä luonnosta löydettävissä. Galvanismin ilmiöt jätämme toistaiseksi tässä huomiotta, koska niissä prosessin edellytyksenä ovat kemialliset tapahtumat, ja ne muodostuvat täten mutkikkaiksi. Tarkastelkaamme sen vuoksi kernaammin itse kemiallisia liiketapahtumia.

Jos kaksi paino-osaa vetyä yhdistyy 15,96 paino-osaan happea muodostaen vesihöyryä, niin ilmiön aikana kehittyy 68,924 lämpöyksikön lämpömäärä. Päinvastoin, jos on hajotettava 17,96 paino-osaa vesihöyryä 2 paino-osaksi vetyä ja 15,96 paino-osaksi happea, on se mahdol-

* — toimintatavan. *Toim.*

lista vain edellytyksellä, että vesihöyryyn tuodaan liikemäärä, joka vastaa 68,924 lämpöyksikköä — olkoon se sitten itse lämmön tai sähköisen liikkeen muodossa. Sama pätee kaikkiin kemiallisiin prosesseihin. Tapausten sangen suurossa enemmistössä kemiallisen yhdistymisen tapahtuessa luovutetaan liikettä ja kemiallisen hajoamisen tapahtuessa on tuotava lisää liikettä. Tässäkin on tavallisesti poistovoima aktiivinen, liikettä suosivampi, liikelisää vaativampi, kun taas vetovoima on passiivinen, liikettä hylkivä ja sitä luovuttava prosessin osapuoli. Siksi nykyaikainen teoria selittääkin jälleen yleensä ottaen, että alkuaineiden yhdistyessä vapautuu energiaa, kemiallisten yhdisteiden hajautuessa taas sitä sitoutuu. Energia on tässä jälleen poistovoiman sijassa. Ja jälleen Helmholtz selittää:

»Tämän voiman» (kemiallisen sukulaisuusvoiman) voimme kuvitella *puoleensavetämisen* voimaksi... Tämä hiilen ja hapen atomien välinen vetovoima suorittaa nyt yhtäläillä työtä kuin se, jonka Maa kohdistaa painon muodossa ylös kohotettuun punnukseen... Kun hiili- ja happiatomit syöksyvät toisiaan kohti ja yhdistyvät hiilihapoksi, niin vastamuodostuneiden hiilihappososten täytyy olla mitä kiivaimmassa molekylaarisessa liikkeessä, ts. lämpöliikkeessä... Kun ne sittemmin luovuttavat lämpönsä ympäristölleen, on meillä hiilihapossa vielä koko hiili, koko happi ja vielä myös kummankin sukulaisuusvoima yhtä voimakkaana kuin aiemminkin. Mutta viimeksi mainittu esiintyy enää vain siinä, että se kiinnittää hiili- ja happiatomit toisiinsa sallimatta niiden eroamista.» (Main. teos, s. 169.)

Aivan samaa kuin edellä: Helmholtz pitäytyy siihen, että kemiassa kuten mekaniikassakin voima on olemassa vain *vetovoimana* ja on siis suoranainen vastakohta sille, mikä muilla fyysikoilla on nimeltään energia ja on identtinen *poistovoiman* kanssa.

Meillä ei niin muodoin ole enää vetovoiman ja poistovoiman yksinkertaisia perusmuotoja,

vaan koko joukko alamuotoja, joissa tapahtuu universaalisen liikkeen kummallekin vastakoh-
 tainen purkautuva tai kokoonkeriytyvä prosessi.
 Mutta se ei ole suinkaan vain meidän ymmärryk-
 semme, joka kokoaa nämä moninaiset ilmene-
 mismuodot yhteen liikkeen nimellä. Päinvastoin
 ne itse todistavat itsensä yhden ja saman liike-
 keen muodoiksi toiminnallaan, kun ne tiettyjen
 olosuhteiden mukaan muuttuvat toisikseen. Mas-
 sojen mekaaninen liike muuttuu lämmöksi, sähköksi,
 magnetismiksi; lämpö ja sähkö muuttu-
 vat kemialliseksi hajoamiseksi; kemiallinen yh-
 distyminen puolestaan kehittää taas lämpöä ja
 sähköä ja viimeksi mainitun välityksellä magne-
 tismia; ja vihdoin lämpö ja sähkö tuottavat taas
 vuorostaan massojen mekaanista liikettä. Vie-
 läpä siten, että tiettyä toisen muodon liikemää-
 rää vastaa aina tietty toisen muodon liikemää-
 rä; tällöin on taaskin yhdentekevää, miltä lii-
 kemuodolta se mittayksikkö on otettu, jossa tä-
 mä liikemäärä mitataan: palveleeko se sitten
 massojen liikkeen, lämmön, ns. sähkömotorisen
 voiman tai kemiallisiksi ilmiöiksi muunnetun
 liikkeen mittausta.

Täten seisomme J. R. Mayerin 1842 luoman*
 ja kansainvälisesti niin loistavalla menestyk-

* »Pop. Vorles.» II, s. 113 Helmholtz näyttää ottavan itsel-
 leenkin, Mayerin, Joulen ja Coldingin lisäksi, tietyn osan sen
 Descartesin teesin luonnontieteellisen todistamisen ansiosta, joka
 koskee liikkeen määrällistä muuttumattomuutta. »Itse olin (tie-
 tämättä mitään Mayerista ja Coldingista, ja Joulen kokeistinkin
 tutustuin vasta työni lopulla) *kulkenut samaa tietä*; olin ponnis-
 tellut nimenomaan löytääkseni kaikki sellaiset eri luonnonta-
 paitumisten väliset suhteet, jotka olivat johdettavissa annetusta
 tarkastelutavasta ja *julkaisin tutkimukseni* 1847 pikku kirjoitel-
 massa otsikolla »\oiman säilymisestä».»⁶⁷ — Mutta tuossa kirjoi-
 telmassa ei ole laisinkaan uutta vuoden 1847 tilanteeseen paitsi
 yllämainittua matemaattista, muutoin kyllä sangen arvokasta
 kehittelyä, että »voiman säilyminen ja järjestelmän eri kappalei-
 den välillä toimivien voimien keskeisvaikutus ovat vain saman
 asian kaksi erilaista ilmaisua, ja edelleen, sen lain täsmällisempää
 muotoilua, että annetussa *mekaanisessa* järjestelmässä elävien
 voimien ja jännitysvoimien summa on vakio. Kaikissa muissa

sellä muokatun »energian säilymisen» teorian perustalla, ja meidän on nyt tutkittava niitä peruskäsityksiä, joilla tämä teoria nykyisin operoi. Näitä ovat käsitykset »voimasta» eli »energiasta» sekä »työstä».

Ylempänä on jo osoittautunut, että uudempi, ja nyt jokseenkin yleisesti hyväksytty katsomus ymmärtää energialla poistovoimaa, kun taas Helmholtz ilmaisee sanalla voima etupäässä vetovoimaa. Tässä voitaisiin nähdä jokin olematon muotoero, sillä kompensoivathan veto- ja poistovoima toisensa maailmankaikkeudessa, ja sen vuoksi näyttää yhdentekevältä, kumpi suhteen puoli asetetaan positiiviseksi, kumpi negatiiviseksi: onhan sinänsä yhdentekevää, luetaanko jollakin viivalla olevasta pisteestä positiiviset abskissat oikealle tai vasemmalle. Näin ei kuitenkaan ole asianlaita absoluuttisesti.

Tässä ei nimittäin ole kysymys maailmankaikkeudesta, vaan lähinnä Maassa tapahtuvista ja Maan aurinkokunnassa ja aurinkokunnan maailmankaikkeudessa omaaman täsmälleen määrätyn aseman edellyttämistä ilmiöistä. Mutta aurinkokuntamme luovuttaa joka hetki valtavia määriä liikettä maailmanavaruuteen, vieläpä aivan tietynlaista liikettä: auringonlämpöä, so. poistovoimaa. Itse maapallollamme on kuitenkin elämää vain Auringon lämmön ansiosta, ja se säteilee puolestaan vastaanottamansa auringonlämmön niin ikään ulos maailmanavaruuteen muutettuaan sen ensin osittain muiksi liike-muodoiksi. Aurinkokunnassa ja aivan erityisesti maapallolla on niin muodoin vetovoima saanut

suhteissa kirjoitelma oli jo Mayerin toisen, vuoden 1845 tutkielman sivuuttama. Mayer esittää jo 1842 väitteen »voiman hävittämättömyydestä» ja 1845 hän kykenee sanomaan uudelta näkökannaltaan »eri luonnontapahtumisien välisistä suhteista» paljon nerokkaampaa kuin Helmholtz 1847.**

jo ennalta huomattavan yliotteen poistovoimasta. Ilman Auringon meille säteilemää poistovoimaliikettä täytyisi kaiken liikkeen lakata Maassa. Jos Aurinko huomenna kylmenisi, jäisi vetovoima maapallolla muuten samanlaisissa oloissa siksi, kuin se on tänään. 100 kilon kivi painaisi siinä, missä se on, kuten ennenkin 100 kiloa. Mutta sekä massojen että molekyylien ja atomien liike joutuisi meidän käsitystemme mukaiseen absoluuttiseen lepoon. On siis selvää: niiden prosessien suhteen, jotka tapahtuvat nykyisellä *maapallolla*, ei ole lainkaan yhdentekevää, käsitetäänkö vetovoima tai poistovoima aktiiviseksi puoleksi, siis »voimaksi» tai »energiaksi». Nykyisellä maapallolla on vetovoima päinvastoin jo poistovoimasta saamansa ratkaisevan yliotteen ansiosta käynyt *aivan passiiviseksi*; kaikesta aktiivisesta liikkeestä saamme kiittää Auringon aikaansaamaa poistovoiman tuontia. Ja siksi uudempi koulukunta — vaikka sille on jäänyt epäselväksi liikesuhteen luonne — on kuitenkin asiallisesti *maanpäällisten* tapahtumien ja jopa koko aurinkokunnan suhteen täysin oikeassa, kun se käsittää energian poistovoimaksi.

Ilmaisu »energia» ei tosin esitä mitenkään oikein koko liikesuhdetta käsittäessään vain yhden puolen, »aktion» (vaikutuksen), mutta ei »reaktiota» (vastavaikutusta). Se antaa vielä mahdollisuuden sellaisellekin kuvitelmalle, että »energia» muka olisi jotakin materiasta irrallista, siihen ulkoa tuotua. Mutta sitä on joka tapauksessa pidettävä parempana kuin ilmaisua »voima».

Kuten kaikilla tahoilla on myönnetty (Hegelistä Helmholtziin asti), käsitys voimasta on lainattu ihmiselimistön toiminnasta sen omassa ympäristössä. Me puhumme lihasvoimasta, kä-

sivarsien nostovoimasta, jalkojen ponnahdusvoimasta, mahan ja suolikanavan ruuansulatusvoimasta, hermojen aistimisvoimasta, rauhasten erityisvoimasta jne. Toisiin sanoon säästyäksemme ilmoittamasta elimistömme jonkin toiminnan aiheuttaman muutoksen todellista syytä, vaihdamme vaivihkaa sen kuvitteluksi syyksi, muu-
tosta vastaavaksi ns. voimaksi. Tämän mukavan menetelmän siirrämme sitten ulkomaailmaankin, keksimme siten yhtä paljon voimia kuin on eri ilmiöitäkin.

Tällä najivilla kehitysasteella oli luonnontiede vielä *Hegelin* aikaan (poikkeuksena kenties tai-
vaan- ja maanpäällinen mekaniikka), jolloin He-
gel käy täydellä syyllä silloisen tavan kimp-
puun käyttäen kaikkialla voimanimitystä (lainat-
tava tuota kohta)⁶⁹. Samoin hän huomauttaa
toisessa kohdassa:

»On parempi sanoa, että magneetilla on *sielu*» (kuten
Thales asian ilmaisee), »kuin että sillä on voima vetää
puoleensa; voima on eräs ominaisuuden laji, joka käsi-
tetään *materiasta erotettavaksi*, sen predikaatiksi, sielu
sen sijaan on *tätä sen omaa liikkumista, on luonnon kanssa
yhtä.*» («Geschichte der Philosophie», I, S. 208.)⁷⁰

Aivan niin helposti kuin tuohon aikaan emme
nyt selviä voimien avulla. Kuulkaamme Helm-
holtzia:

»Jos tunnemme täysin jonkin luonnonlain, on meidän
vaadittava sen pätevyydeltä poikkeuksettomuutta... Si-
ten laki törmää eteemme objektiivisena mahtina, ja
sitä myöten me nimitämme sitä *voimaksi*. Me objekti-
voimme esim. valon taittumisen lain läpinäkyvien olioi-
den valontaittovoimaksi ja kemiallisen taipumuksen lain
eri aineiden keskinäiseksi yhdistymisvoimaksi. Puhum-
me siten myös metallien sähköisestä kosketusvoimasta,
adheesiovoimasta, hiuspillivoimasta ja vielä muistakin.
Näihin nimiin on objektivoitu lakeja, jotka käsittävät
etupäässä vasta pienempiä luonnonilmiöiden sarjoja, *lot-
den edellytykset ovat vielä aika mutkikkaita...** Voima

* Kursivointi Engelsing. Toim.

on vain vaikutuksen objektivoitu laki... Väliinsysäämämme voiman abstraktinen käsite lisää vain sen, ettemme pidä tätä lakia ehdollisena, että se on ilmiöiden pakottava laki. Vaatimuksemme *käsittää* luonnonilmiöt, so. löytää niiden *lait*, saa siten toisen ilmaisumuodon, nimittäin sen, että meidän on etsittävä *voimia*, jotka ovat ilmiöiden aiheuttajia.» (Main. teos, ss. 189—191. Innsbrucker Vortrag 1869.)

Ensinnäkin on ainakin omalaatuista »objektivointia», kun sotketaan subjektiivisuudestamme jo riippumattomaksi todettuun, siis jo täysin *objektiiviseen* luonnonlakiin *puhtaasti subjektiivinen voiman* käsitys. Sellaisen saisi sallia itselleen perinteille mitä uskollisin vanhahegeliläinen, mutta ei Helmholtzin tapainen uuskantilainen. Kerran jo todettuun lakiin ja sen tai sen vaikutuksen objektiivisuuteen ei tule vähääkään lisää objektiivisuutta, jos vaihdamme sen vaivihkaa joksikin voimaksi; lisää tulee *subjektiivinen väitteemme*, että se muka vaikuttaa toistaiseksi kokonaan tuntemattoman voiman ansiosta. Mutta tämän vaihtamisen salainen merkitys ilmenee heti, kun Helmholtz antaa meille esimerkkejä: valon taittuminen, kemiallinen affiniteetti, kosketussähkö, adheesio, kapillariteetti, ja kohottaa näitä ilmiöitä sääntelevät *lait voimien* »objektiiviseen» aatelissäätyyn. »Näihin nimiin on objektivoitu lakeja, jotka käsittävät etupäässä vasta pienempiä luonnonilmiöiden sarjoja, joiden edellytykset *ovat vielä aika mutkikkaita.*» Ja juuri tässä saa »objektivointi», joka pikemminkin on subjektiivointia, merkityksensä: ei siksi, että olemme täysin tiedostaneet lain, vaan nimenomaan koska näin *ei ole* asianlaita, koska me *emme* vielä *ole* selvillä näiden ilmiöiden »aika mutkikkaista edellytyksistä», nimenomaan sen vuoksi turvaudumme tässä useasti sanaan *voima*. Me emme siis sillä ilmaise tietoaamme, vaan lain ja sen vaikutustavan luonnetta

koskevan tietomme *puutetta*. Tässä mielessä sana voima olkoon menneeksi jokapäiväiskäyttöön lyhyenä ilmaisuna vielä tiedostamattomasta syy- yhteydestä, kielen hätäkeinona. Mitä siihen lisätään, se on pahasta. Yhtä oikeutetusti kuin Helmholtz selittää fysikaalisia ilmiöitä ns. valontaittovoimalla, sähköisellä kosketusvoimalla jne., keskiajan skolastikot selittivät lämpötilanmuutokset vis calorifican* ja vis frigificansin** avulla ja säästivät itseltään siten lämpöilmiöiden kaiken lisätutkimuksen.

Ja tässäkin mielessä sana voima vie vikaan. Se ilmaisee nimittäin kaiken yksitahoisesti. Kaikki luonnonilmiöt ovat kaksitahoisia, ne no- jaavat vähintään kahden vaikuttavan osapuolen suhteeseen, vaikutukseen ja vastavaikutukseen. Mutta käsitys voimasta sulkee piiriinsä ihmiselimestön ulkomaailmaan suuntaamasta vaikutuksesta ja sittemmin maanpäällisestä mekaniikasta lähtöisin olevan alkuperänsä vuoksi sen, että vain toinen osapuoli on aktiivinen, vaikuttava, toinen taas passiivinen, vastaanottava, se osoittaa siis sukupuolieron tähän mennessä vielä toteennäyttämättömän ulottumisen elottomiin olentoihin. Toisen osapuolen, sen, johon voima vaikuttaa, vastavaikutus ilmenee korkeintaan passiivisena vastavaikutuksena, tietyinä *vastuksena*. Tämä käsitystapa on kyllä luvallinen lukuisilla aloilla puhtaan mekaniikan ulkopuolellakin, nimittäin silloin, kun on kysymys yksinkertaisesta liikkeen siirrosta ja sen määrällisestä laskemisesta. Mutta jo fysiikan mutkikkaampiin tapahtumiin se ei enää riitä, kuten jopa Helmholtzin omat esimerkit osoittavat. Valon taittovoima on yhtä hyvin itse

* — lämpöä tuottava voima. *Toim.*

** — kylmää tuottava voima. *Toim.*

valossa kuin läpinäkyvissä kappaleissa. Onhan adheesiossa ja kapillariteetissa »voima» varmaan yhtä hyvin kiinteässä pinnassa kuin nesteessä. Kosketussähköstä on varmaa ainakin niin paljon, että *molemmat* metallit antavat siihen osansa, ja jos »kemiallisen taipumuksen voima» on jossakin, niin ainakin *kummassakin* yhdistyvässä osassa. Mutta sellainen voima, joka koostuu kahdesta erillisestä voimasta, vaikutus, joka ei aiheuta vastavaikutusta, vaan joka täyttää ja kantaa itse itsensä, ei ole voima maanpäällisen mekaniikan mielessä, ainoan tieteen, jossa todella tiedetään, mitä voima merkitsee. Sillä maanpäällisen mekaniikan perusedellytyksiä ovat ensinnäkin kieltäytyminen tutkimasta sysäyksen syitä, so. kulloisenkin voiman luonnetta, ja toiseksi käsitys yksipuolisesta voimasta, jota vastassa on joka paikassa aina sen kanssa yhtä suuri painovoima sellaisena, että jokaisella maanpäällisellä putoamismatkalla pidetään Maan sädettä = ∞ .

Mutta tarkastelkaamme edelleen, miten Helmholtz »objektivoi» »voimansa» luonnonlakeihin.

Eräässä esitelmässään 1854 (main. teos, s. 119) hän tutkii sitä »työnvoimavarastoa», jonka alunperin sisälsi se pallosumu, josta aurinkokuntamme on muodostunut.

»Itse asiassa se oli tässä suhteessa saanut jo pelkästään kaikkien osiensa yleisen keskinäisvetovoiman muodossa tavattoman suuret myötäjäiset.»

Siitä ei ole epäilystä. Mutta yhtä ilmeistä on, että kaikki nämä painovoiman tai gravitaation myötäjäiset ovat häiriintymättöminä edelleenkin nykyisessä aurinkokunnassamme poisluettuna kenties se vähäinen määrä, joka on hävinnyt mahdollisesti palauttamattomasti maailmanavaaruuteen linkoutuneena materiaana. Edelleen:

»Myös kemiallisten voimien täytyy olla jo olemassa valmiina vaikuttamaan; mutta koska nämä voimat voivat päästä toimimaan vasta kun erilaatuiset massat joutuvat mitä läheisimpään kosketukseen keskenään, täytyi tihentymisen olla ensin tapahtunut, ennen kuin niiden vuoro tuli.» [S. 120.]

Jos me, kuten Helmholtz yllä, käsitämme nämä kemialliset voimat taipumusvoimiksi, siis *vetovoimaksi*, niin meidän on tässäkin sanottava, että näiden kemiallisen taipumuksen voimien kokonaissumma säilyy edelleen vähentymättömänä aurinkokunnan sisällä.

Mutta nyt Helmholtz ilmoittaa samalla sivulla laskelmaansa tuloksena,

»että enää vain noin 454:s osa alkuperäisestä mekaanisesta voimasta on sellaisenaan olemassa» aurinkokunnassa.

Miten tämä saadaan sopimaan yhteen? Veto-voima, sekä yleinen että kemiallinen on vielä aurinkokunnassa koskemattomana tallella. Mitään muuta varmaa voimanlähdettä ei Helmholtz ilmoita. Kuitenkin nuo voimat ovat Helmholtzin mukaan suorittaneet tavattoman työn. Mutta ne eivät ole siitä lisääntyneet eivätkä vähenneet. Kuten odellä kellon punnusta, se koskee jokaista aurinkokunnan molekyyliä ja itse koko aurinkokuntaakin. »Sen paino ei ole hävinnyt eikä vähennyt.» Samoin kuin hiileen ja happeen pätee se kaikkiin kemian alkuaineisiin: meillä on yhä edelleenkin kunkin alkuaineen annettu kokonaismäärä, vieläpä koko »taipumusvoima olemassa yhtä väkevänä kuin aiemminkin». Mitä sitten olemme menettäneet? Ja mikä »voima» sitten on suorittanut sen valtavan työn, joka on 453 kertaa niin suuri kuin se, jonka aurinkokunta voi vielä hänen laskelmaansa mukaan suorittaa? Siihen ei Helmholtz anna meille vastausta. Mutta myöhemmin hän sanoo:

»Oliko [alun alkaen] jotakin muuta *voimavarastoa lämmön muodossa olemassa*, sitä emme tiedä.»* [S. 120.]

Mutta lämpöhän on poisto-»voimaa», se vaikuttaa siis painovoimaa samoin kuin kemiallista vetovoimaa *vastaan*, se on miinusta, jos jälkimmäinen asetetaan plussaksi. Kun Helmholtz panee niin muodoin kokoon alkuperäisen voimavarastonsa yleisestä ja kemiallisesta *vetovoimasta*, niin sitä varastoa lämpöä, joka vielä niiden lisäksi on olemassa, ei tarvitsisi laskea mukaan tuohon voimavarastoon, vaan se täytyisi ottaa siitä pois. Muutoin Auringon lämmön täytyisi *vahvistaa* Maan vetovoimaa, kun se — *juuri päinvastoin* — höyrystää vettä ja kohottaa höyryn korkeuksiin; taikka hehkuvan rautaputken, jonka lävitse johdetaan vesihöyryä, pitäisi *vahvistaa* hapen ja vedyn vetovoimaa, kun se nimenomaan lopettaa sen toiminnan. Taikka selventääksemme samaa asiaa toisessa muodossa: olettakaamme, että r -säteisellä pallosumulla, siis tilavuudeltaan $\frac{4}{3} \pi r^3$, on lämpötila t . Edelleen olettakaamme, että toisella samannomaisella pallosumulla on korkeammassa lämpötilassa T suurempi säde R ja tilavuus $\frac{4}{3} \pi R^3$. Nyt on selvää, että toisessa pallosumussa voi vetovoima, sekä mekaaninen että fysikaalinen ja samoin kemiallinen, vasta sitten vaikuttaa samalla voimalla kuin ensimmäisessä, kun se on kutistunut R -säteisestä r -säteiseksi, so. kun lämpötilaeroa $T - t$ vastaava lämpö on säteilyt maailmanavaruuteen. Lämpimämpi pallosumu pääsee siis tihentymään myöhemmin kuin kylmempi, ja tihentymisen estäjänä lämpö ei ole Helmholtzin katsantokannalta »voimavaraston» plussaa, vaan miinusta. Kun Helmholtz pitää mahdollisena, että *vetovoimaliikkeen* muotoihin

* Kursivointi Engelsin. Toim.

liittyy ja niiden summaa lisää *poistovoimaliikkeen* annos lämmön muodossa, hän tekee ratkaisevan laskuvirheen.

Viekäämme nyt koko tämä voimavarasto, sekä teoreettisesti mahdollinen että toteennäytettävä, saman etumerkin taakse, jotta yhteenlasku käy mahdolliseksi. Koska emme toistaiseksi voi vielä palauttaa lämpöä, korvata sen poistovoimaa vastaavalla vetovoimalla, niin meidän on ryhdyttävä tähän palauttamiseen molempien vetovoiman muotojen osalta. Silloin meidän on asetettava yleisen vetovoiman sijaan, kemiallisen taipumusvoiman sijaan ja niiden lisäksi mahdollisesti sellaisenaan jo alun alkaen olemassaolleen lämmön sijaan yksinkertaisesti kaasupallossa sen itsenäistymisen hetkellä olleen poistovoimaliikkeen eli niin kutsutun energian summa. Ja sen kanssa pitää silloin yhtä myös Helmholtzin laskelma, jossa hän haluaa laskea »lämpenemisen», »jonka on täytynyt syntyä järjestelmämme taivaankappaleiden tihentyessä alussa olettamuksemme mukaan sumumaisesta hajallaan olleesta aineesta». Kun hän pelkistää siten koko »voimavaraston» lämmöksi, poistovoimaksi, hän tekee myös mahdolliseksi laskea mukaan yhteen oletettavan »lämpövoimavaraston». Silloin laskelma osoittaa, että $^{463}/_{454}$ kaikesta kaasupallossa alunperin olleesta energiasta, so. poistovoimasta, on säteillyt lämmön muodossa maailmanavaruuteen taikka täsmällisemmin sanoen, että nykyisen aurinkokunnan kaiken vetovoiman summa suhtautuu siinä vielä olevaan poistovoimaan kuten 454:1. Mutta silloin se on suoranaudessa ristiriidassa esitelmän tekstin kanssa, jonka todistamiseksi se on oheistettu.

Mutta jos nyt voiman mielikuva aiheuttaa sellaisessakin fyysikossa kuin Helmholtzissa tuollaisen käsitesekaannuksen, niin se on paras to-

distus siitä, että se on ylipäänsä tieteellisesti käyttökelvoton kaikilla tutkimusaloilla, jotka menevät laskemista käyttävän mekaniikan ulkopuolelle. Mekaniikassa oletetaan liikkeen syyt annetuiksi eikä välitetä niiden alkuperästä, vaan ainoastaan niiden vaikutuksista. Jos jokin liikkeen syy leimataan voimaksi, niin se ei ole mekaniikalle sellaisenaan haitaksi; mutta kun tottuu siirtämään tämän nimityksen myös fyysiikkaan, kemiaan ja biologiaan, niin silloin on sekaannus väistämätön. Sen olemme nähneet ja tulemme vielä useamminkin näkemään.

Työn käsitteestä seuraavassa luvussa.

LIIKKEEN MITTA. — TYÖ⁷¹

»Sitä vastoin olen tähänkin mennessä havainnut jatkuvasti, että tämän alan peruskäsitteet» (so. »työn ja sen muuttumattomuuden fysikaaliset peruskäsitteet») ovat varsin vaikeatajuisia henkilöille, jotka eivät ole saaneet matemaattisen mekaniikan koulutusta, vaikka he olisivatkin ahkeria, älykkäitä ja omaisivat jopa melkoisesti luonnontieteellisiä tietojakin. Ei myöskään voida olla myöntämättä, että kyseessä ovat sangen erikoislaatuiset abstraktiot. Eihän niiden ymmärtäminen toki käynyt sellaiseltakaan ajattelijalta kuin I. Kantilta vaikeuksitta, kuten hänen tätä kysymystä koskeva Leibniziin kohdistamansa polemiikki osoittaa.»

Näin puhuu Helmholtz (»Pop. wiss. Votr.», II, esipuhe).

Täten me uskaltaudumme nyt sangen vaaralliselle alueelle, ja sitäkin suuremmalla syyllä, kun meillä ei ole oikein varaa antaa lukijalle »matemaattisen mekaniikan koulutusta». Mutta kenties onnistutaan toteamaan, että siinä, missä on kysymys käsitteistä, dialektinen ajattelu yltää ainakin yhtä etäälle kuin matemaattinen laskenta.

Galilei keksi putoamisliikkeen lain, jonka mukaan putoavien kappaleiden kulkemat matkat suhtautuvat toisiinsa kuin niiden putoamisaikojen neliöt. Sen ohessa hän esitti väittämän, joka ei tätä täysin vastaa. Sen mukaan kappaleen liikepaljouden (sen impeto'n eli momento'n*) määrää massa ja nopeus siten, että no-

* — impulssi eli momentti. *Toim.*

peus on siihen suoraan verrannollinen massan ollessa vakio. Descartes omaksui tämän jälkimmäisen lauseen ja teki liikkuvan kappaleen massan ja nopeuden muodostamasta tulosta aivan yleisesti sen liikkeen mitan.

Jo Huygens huomasi, että kimmoisessa työssä massojen ja nopeuksien neliöiden muodostamien tulojen summa on sama sekä ennen työntiä että sen jälkeen ja että analoginen laki pätee erilaisiin muihinkin systeemiksi sitoutuneiden kappaleiden liiketapauksiin.

Leibniz oli ensimmäinen, joka oivalsi, että Descartesin liikkeen mitta on ristiriidassa putoamislain kanssa. Toisaalta ei sopinut kieltää, että Descartesin mitta on useassa tapauksessa oikea. Siispä Leibniz jakoi liikkeelle panevat voimat kuolleisiin ja eläviin. Kuolleet olivat levossa olevien kappaleiden »painoa», »vetoa», ja sellaisen mittana hän piti sen nopeuden ja massan tuloa, jolla kappale liikkuisi, jos se siirtyisi lepotilasta liikkeelle; sitä vastoin kappaleen elävän voiman, sen todellisen liikkeen mitaksi hän esitti massan ja nopeuden neliön tulon. Hän johti tämän uuden liikemitan suoraan putoamislaisista.

Leibniz päätteli: »Tarvitaan sama voima nostamaan neljän naulan painoinen kappale jalan verran kuin yhden naulan painoinen kappale neljän jalan verran; mutta nyt ovat matkat suoraan verrannollisia nopeuden neliöön, sillä kun kappale on pudonnut neljä jalkaa, on se saavuttanut kaksin kerroin sen nopeuden kuin jos se on pudonnut vain yhden jalan verran. Pudotessaan kappaleet kuitenkin saavat voiman nousta jälleen samalle korkeudelle, josta ne ovat pudonneet; niin muodoin voimat ovat suoraan verrannollisia nopeuden neliöön.» (Suter, »Geschichte der mathematischen Wissenschaften», II, S. 367.)⁷²

Mutta edelleen hän osoitti liikemitan mv olevan ristiriidassa Descartesin liikepaljouden pysyvyyttä koskevan väittämän kanssa, sillä mikäli se todella pitäisi paikkansa, niin voima (so. koko

liikemäärä) lisääntyisi tai vähenisi luonnossa jatkuvasti. Hän jopa esitti laitteen («Acta Eruditorum», 1690), jonka täytyisi, mikäli mitta *mv* on oikea, olla alituisen voimaa tuottava ikinäliikkuja, mikä toki on mahdotonta.⁷³ Helmholtz on viime aikoina käyttänyt jälleen taaiaan tämänlaatuista argumentointia.

Descartesin kannattajat esittivät kaikin voimin vastalauseita, ja siten sai alkunsa vuosikausia kestänyt kuuluisa kiista, johon Kantkin, asiaa kuitenkin selvään tajuamatta, osallistui ensimmäisessä kirjoittelussaan («Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte», 1746⁷⁴). Nykyiset matemaatikot tarkastelevat jokseenkin halveksien tuota »hedelmätöntä» kiistaa, joka

»venyi yli 40 vuoden pituiseksi ja jakoi Euroopan matemaatikot kahteen vihamieliseen leiriin, kunnes vihdoin d'Alembert tutkielmallaan 'Traité de dynamique' (1743) teki ikään kuin mahtikäskyllä lopun *hyödyttömästä sanakiistasta**, ja mitään muutahan se ei ollut.» (Suter, main. teos, s. 366.)

Voisikohan kuitenkin olla niin, että kiistakysymys perustuu täysin hyödyttömään sanakiistaan, jos sen on singonnut joku Leibniz jotakuta Descartesia kohden ja joka askarrutti sellaista miestä kuin Kantia siinä määrin, että hän omisti sille esikoisteoksensa, melko vahvan nidoksen. Ja itse asiassa, miten on selitettävissä, että liikkeellä on kaksi toisilleen vastakkaista mitta, toinen nopeuteen ja toinen nopeuden neliöön verrannollinen? Suter selviää asiasta helposti; hän sanoo

kummankin osapuolen olleen oikeassa ja kummankin väärässä; »sanonta 'olävä voima' on kuitenkin säilynyt tähän päivään asti; mutta *se ei käy enää voiman mitasta**, vaan on pelkkä, kerran käyttöön otettu merkintä meka-

* Kursivointi Engelsin Toim.

niikassa niin merkittävälle massan ja nopeuden neliön puoliskon tulolle» [s. 368].

Näin ollen mv jää liikkeen mitaksi, ja elävä voima on vain toinen ilmaisu kaavalle $\frac{mv^2}{2}$, josta tosin saamme tietää, että se on mekaniikassa varsin merkittävä, mutta nyt emme enää kunnolla tiedä, mitä se sitten merkitsee.

Ottakaamme kuitenkin pelastava »*Traité de dynamique*»⁷⁵ ja tarkastelkaamme lähemmin d'Alembertin »mahtikäskyä»: se on *esipuheessa*.

Tekstissä ei koko kysymystä esiinny »sen seikan vuoksi, että siitä ei ole mekaniikkaa silmällä pitäen mitään hyötyä» [s. XVII].

Tämä on täysin oikein *puhtaasti laskevaa* mekaniikkaa silmällä pitäen, jossa, kuten yllä olevasta Suterin lainauksesta ilmenee, sanalliset merkinnät ovat vain toisenlaisia ilmaisuja, nimiä algebrallisille kaavoille, nimiä, joille on parasta olla antamatta lainkaan ajatusmerkitystä.

Koska noin merkittävät henkilöt askartelevat asian parissa, hän, d'Alembert, haluaa toki sentään sitä esipuheessa lyhyesti tarkastella. Liikkuvien kappaleiden voimalla voidaan selkeästi ajatellen ymmärtää ainoastaan niiden ominaisuutta voittaa esteitä tai vastustaa niitä. Voima ei niin muodoin ole mitattavissa mv :llä eikä mv^2 :lla, vaan yksinomaan esteiden ja niiden vastustuksen avulla.

Nyt on olemassa kolmenlaisia esteitä: 1) voittamattomia, jotka hävittävät liikkeen tyyten, ja jo sen vuoksi niitä ei voi tässä tarkastella; 2) esteitä, joiden vastustus kykenee juuri ja juuri kumoamaan liikkeen ja tekevänsä sen silmänräpäyksessä: tasapainon tapaus; 3) esteet, jotka kumoavat liikkeen vain vähitellen: hidastuvan liikkeen tapaus. [Ss. XVII—XVIII.] »Nyt ovat kyllä kaikki yhtä mieltä siitä, että kaksi kappaletta on tasapainossa, mikäli niiden massojen ja virtuaalisten nopeuksien, so. niiden nopeuksien, joilla ne pyrkivät liikkumaan, tulo on kummallakin puolella sama. Tasapainotapauksessa massan ja nopeuden tulo, tai mikä on sama asia, liikepaljous voi siis esittää voimaa. Jokai-

nen voi niinkään myöntää, että hidastuvassa liikkeessä voitettujen esteiden lukumäärä on suoraan verrannollinen nopeuden neliöön, niin että kappale, joka esim. on virittänyt tietyllä nopeudella jousen, kykenee kaksinkertaisella nopeudella virittämään, joko yhtä aikaa tai vuorotellen, ei kahta vaan neljä ensin mainitun kaltaista jouta, kolminkertaisella nopeudella yhdeksän ja niin edespäin. Siitä elävän voiman kannattajat» (Leibnizin kannattajat) »päättelevät, että liikkeessä olevan kappaleen voima on yleisesti suoraan verrannollinen massan ja nopeuden neliön tuloon. Mitähän haittaa voi pohjimmaltaan olla sillä, jos voimien mitta on erilainen tasapainoa ja hidastuvaa liikettä silmällä pitäen, kun pidetään pohjana täysin selvää ajattelua, että sanalla *voima* tulee ymmärtää yksinomaan vaikutusta, jota vaaditaan esteen tai sen aiheuttaman vastustuksen voittamiseen?» (Esipuhe, ss. XIX—XX, alkuperäisteos.)

Mutta d'Alembert on vielä tarpeeksi paljon filosofi oivaltaakseen, ettei hän toki selviä niin helposti yhden ja saman voiman mitan kaksinaisuuden ristiriidasta. Toistettuaan siis pohjimmaltaan vain saman, minkä Leibniz on jo sanonut — sillä hänen »tasapainonsa» on täysin sama kuin Leibnizilla »kuolleet painot» —, hän tekee äkkikäännöksen Descartesin kannattajien puolelle ja löytää seuraavan ulospääsyn:

Tulo mv voi hidastuvassakin liikkeessä kelvata voiman mitaksi, »jos tässä jälkimmäisessä tapauksessa ei mitata voimaa esteiden absoluuttisella suuruudella, vaan näiden esteiden vastustuksien summalla. Sillä eihän tarvitse epäillä, etteikö tämä vastustusten summa ole suoraan verrannollinen liikepaljouteen» (mv), »koska, kuten jokainen myöntää, kappaleen joka hetki menettämä liikepaljous on verrannollinen vastustuksen ja äärettömän pienen aikavälin tuloon ja näiden tulojen summa on ilmeisesti koko vastustuksen ilmaus.» Tämä jälkimmäinen laskentatapa näyttää hänestä luonnollisemmalta, »sillä este on este vain niin kauan kuin se aiheuttaa vastustusta, ja voitetulle esteelle on oikeana ilmaisuna sen vastustusten summa. Jos voima mitataan tällä tavoin, saadaan muuten sekini etu, että tasapainolla ja hidastuvalla liikkeellä on sama mitta.» Kuitenkin pitäköön jokainen sitä sinä kuin hän tahtoo. [Ss. XX—XXI.]

Ja luultuaan siten kysymyksen ratkenneen matemaattisella tempulla, kuten jopa Suter myöntää, hän lausuu lopuksi vähemmän rakastettavia huomautuksia edeltäjiään hallinneesta sotkusta ja väittää ylläolevien huomautusten jälkeen enää vain varsin tyhjänpäiväistä kinastelua taikka peräti arvotonta pelkkää sanakiistaa mahdolliseksi.

D'Alembertin sovitteluehdotus lähtee seuraavanlaisesta laskelmasta:

Massa 1, jolla on nopeus 1, puristaa aikayksikössä 1 jousen kokoon.

Massa 1, jolla on nopeus 2, puristaa 4 jouta kokoon, mutta tarvitsee siihen 2 aikayksikköä, siis vain 2 jouta aikayksikössä.

Massa 1, jolla on nopeus 3, puristaa 9 jouta kokoon kolmessa aikayksikössä, siis aikayksikössä vain 3 jouta.

Jos me siis jaamme vaikutuksen siihen tarvittavalla ajalla, pääsemme mv^2 :sta jälleen mv :hen.

Kysymys on samasta perusteesta, jota nimenomaan Catelan⁷⁰ oli jo aiemmin käyttänyt Leibnizia vastaan: kappale, jolla on nopeus 2, kohoaa todella painovoimaa vastaan neljä kertaa niin korkealle kuin sellainen, jolla on nopeus 1, mutta se tarvitsee siihen myös kaksinkertaisen ajan; siksi on koko liikemäärä jaettava ajalla ja $= 2$ eikä $= 4$. Ja tämä on kumma kyllä myös Suterin näkökanta, onhan hän riistänyt ilmaisulta »elävä voima» kaiken loogisen merkityksen ja jättänyt sille vain matemaattisen. Tämä on kuitenkin luonnollista. Suterin osalta on kysymys siitä, että hän yrittää pelastaa kaavan mv , koko liikemäärän ainoan mitan merkityksen, ja siksi uhrataan mv^2 loogisesti, jotta se voisi nousta kirkastettuna ylös matematiikan taivaassa.

Sen verran on kuitenkin totta, että Catelanin

perustelu muodostaa sillan $mv^2:n$ ja $mv:n$ välille, ja sillä on siten oma merkityksensä.

D'Alembertin jälkeiset mekaniikan tutkijat eivät ole millään tavoin hyväksyneet hänen »mahtikäskyään», sillä hänen lopullinen tuomionsahan on edullinen $mv:lle$ liikkeen mittana. He ovat pitäytyneet nimenomaan siihen ilmaisuun, jonka hän oli antanut jo Leibnizin tekemälle erolle kuolleiden ja elävien voimien välillä: tasapainoa, so. statiikkaa, silmällä pitäen pätee mv ; esteen kohtaavaa liikettä, so. dynamiikkaa, silmällä pitäen pätee mv^2 . Vaikka tämä eron tekeminen on suurin piirtein oikea, ei sillä tässä muodossa kuitenkaan ole enempää loogista mieltä kuin aliupseerin tekemässä ratkaisussa: palveluksessa sanon aina »minulle», palveluksen ulkopuolella aina »minut»⁷⁷. Asia hyväksytään vaikeumalla, se on tällä kertaa näin, emmekä voi sitä muuttaa, ja jos tähän kaksoismittaan kätkeytyy ristiriita, minkä me sille voimme?

Ottakaamme esim. Thomson and Tait »A Treatise on Natural Philosophy», Oxford 1867,⁷⁸ s. 167:

»Pyörimättä liikkuvan jähmeän kappaleen *liikkeen määrä* eli *liikepaljous* on suoraan verrannollinen sen massaan ja samalla sen nopeuteen. Kaksinkertaista massaa tai kaksinkertaista nopeutta vastaisi kaksinkertainen liikepaljous.»

Ja heti tämän jälkeen:

»Liikkeessä olevan kappaleen *elävä voima* eli *liikeenergia* on suoraan verrannollinen sen massaan ja samalla sen nopeuden neliöön.»

Tässä aivan karkeassa muodossa asetetaan molemmat keskenään ristiriidassa olevat liikkeen mitat rinta rinnan. Ei tehdä vähäisintäkään yrittystä selittää ristiriitaa tai edes peitellä sitä. Ajattelu on näiden molempien skottien kirjassa kiellettyä, vain laskea saa. Ei ole ihme, että

ainakin toinen heistä, Tait, lukeutuu uskovaisen Skotlannin uskovaisimpiin kristittyihin.

Matemaattista mekaniikkaa koskevissa Kirchhoffin luennoissa⁷⁹ eivät kaavat mv ja mv^2 tässä muodossa lainkaan esiinny.

Kenties Helmholtz auttaa meitä. Teoksessa »Erhaltung der Kraft»⁸⁰ hän ehdottaa elävän voiman ilmaistavaksi $\frac{mv^2}{2}$:lla, kohta, johon vielä palaamme. Sitten hän luettelee, s. 20 ja seur., lyhyesti tapaukset, joissa elävän voiman (siis $\frac{mv^2}{2}$) säilymisen periaatetta on jo tähän mennessä käytetty ja se on tunnustettu. Niihin kuuluu sitten numerolla 2 merkittynä:

»Liikkeen siirto kokoonpuristumattomien kiinteiden ja nestemäisten kappaleiden välityksellä, kun kitkaa tai kimmottomien aineiden työntä ei tapahdu. Näihin tapauksiin lausutaan yleinen periaattemme tavallisesti sääntönä, että mekaanisten potenssien välityksellä etenevä ja muuttuva liike vähenee voimaintensiteetiltään aina samassa suhteessa kuin se nopeudeltaan lisääntyy. Ajatellaanpa siis koneen, jossa tuotetaan jonkin prosessin välityksellä tasaisesti työvoimaa, nostaneen painon m nopeudella c , niin toisen mekaanisen järjestelyn avulla voidaan saada kohotetuksi paino nm , mutta vain nopeudella $\frac{c}{n}$, joten siis kummassakin tapauksessa koneen aikayksikössä tuottaman jännitysvoiman määrä on esitettävissä mgc :llä, missä g esittää painovoiman intensiteettiä.» [S. 21.]

Siis tässäkin on ristiriita, että »voimaintensiteetin», joka lisääntyy ja vähenee yksinkertaisessa suhteessa nopeuteen, on oltava todisteena sellaisen voimaintensiteetin säilymiselle, joka vähenee ja lisääntyy nopeuden neliön mukaisesti.

Tosin tässä osoittautuu, että mv ja $\frac{mv^2}{2}$ on tarkoitettu kahden täysin erilaisen tapahtuman määräämiseen, mutta olimmehan jo aikaa sitten tienneet, ettei mv^2 voi olla $= mv$, sillä silloin

olisi $v = 1$. Kysymys on yrityksestä tehdä meille ymmärrettäväksi, miksi liikkeellä on kahdenlainen mitta, seikka, joka muuten toki on tie-teessä yhtä luvatonta kuin kaupankäynnissäkin. Yrittäkäämme siis samaa hieman toisin.

Siis $mv:n$ mukaisesti mitataan »mekaanisten potenssien välityksellä etenevä ja muuttuva liike»; tämä mitta pätee siis vipuun ja kaikkiin siitä johdettuihin muotoihin, väkipyöriin, ruuveihin jne., lyhyesti sanoen kaikkiin voimansiirtokoneisiin. Nyt kuitenkin erästä sangen yksinkertaista eikä mitenkään uutta katsomustapaa käyttäen tulee esiin, että tässä, mikäli mv pätee, myös mv^2 omaa pätevyytensä. Ottakaamme mikä tahansa mekaaninen laite, jossa vipuvarsien summat suhtautuvat toisiinsa kuin $4 : 1$, jossa siis 1 kg paino pitää tasapainossa 4 kg painon. Toiselle vipuvarrelle annetun aivan pienen lisävoiman avulla nostamme siis 1 kg:n 20 metriä ; sama lisävoima vietyinä sittemmin toiseen vipuvarteeseen kohottaa tällöin 4 kg 5 metriä , ja nyt laskeutuu raskaampi paino samassa ajassa, mikä toinen paino tarvitsee nousemiseen. Massat ja nopeudet suhtautuvat toisiinsa kääntäen: mv , $1 \times 20 = m'v'$, 4×5 . Jos sitä vastoin annetaan jommankumman nostetuista painoista pudota vapaasti alkuperäiseen tasoon, niin toinen, 1 kg , saavuttaa 20 m pudottuaan (painovoiman kiihtyvyydeksi on tässä $9,81 \text{ m}$ sijasta otettu pyöreästi 10 m) 20 metrin nopeuden; toinen, 4 kg , sen sijaan pudottuaan 5 m saavuttaa nopeuden 10 m .⁸¹
 $mv^2 = 1 \times 20 \times 20 = 400 = m'v'^2 = 4 \times 10 \times 10 = 400$.

Sitä vastoin putoamisajat ovat erilaiset: 4 kg kulkee 5 metriänsä 1 sekunnissa, 1 kg 20 metriänsä 2 sekunnissa. Kitka ja ilmanvastus on tässä ilman muuta jätetty huomioonottamatta.

Sitten kun kumpikin kappale on pudonnut korkeudestaan, on sen liike lakannut. Tässä mv

osoittautuu siis yksinkertaisesti siirretyn, so. jatkuvasti olemassaolevan liikkeen ja mv^2 hävinneen mekaanisen liikkeen mitaksi.

Edelleen. Täysin kimmoisten kappaleiden työnnissä pätee sama: mv -suureiden summa kuten mv^2 -suureidenkin summa on sekä työntiä ennen että sen jälkeen muuttumaton. Kummallakin mitalla on sama pätevyys.

Niin ei ole kimmottomien kappaleiden työnnissä. Tavanomaiset alkeisoppikirjat (korkeampi mekaniikka ei enää miltei laisinkaan askartele moisten pikkuseikkojen parissa) opettavat tästä, että samalla tavoin sekä työntiä ennen että sen jälkeen mv -suureiden summa on sama. Sitä vastoin tapahtuu katoa elävässä voimassa, sillä jos vähennetään työnnin jälkeisten mv^2 -suureiden summa siitä, mitä se oli ennen työntiä, jää jäännös, joka on kaikissa tilanteissa positiivinen. Tällä arvolla (taikka sen puoliskolla, aina käsitystavan mukaan) on elävä voima vähentynyt törmäävien kappaleiden toisiinsapuserutumisen sekä niiden muodonmuutoksen ansiosta. — Tämä viimeksi mainittu on selvää ja ilmeistä. Sitä ei ole kuitenkaan ensimmäinen väite, että mv -suureiden summa jää samaksi ennen työntiä ja sen jälkeen. Elävä voima on Suterista huolimatta liikettä, ja jos osa siitä häviää, häviää liikettäkin. Joko siis mv ei ilmaise liikkeen suuruutta tässä oikein, taikka yllä esitetty väite on väärä. Ylipäänsä on koko lauselma peräisin ajalta, jolloin ei vielä ollut aavistustakaan liikkeen muuttumisesta ja jolloin mekaanisen liikkeen häviäminen myönnettiin siis vain silloin, kun muutto ei käynyt päinsä. Niinpä tässä todistetaan mv -suureiden summan samuus ennen työntiä ja sen jälkeen siten, että sitä ei katoa mihinkään eikä saada mistään. Mutta jos kappaleet luovuttavat kimmottomuuttaan vastaavalle sisäiselle

kitkalle elävää voimaa, luovuttavat ne myös nopeutta, ja mv -suureiden summan täytyy olla työnnin jälkeen pienemmän kuin ennen sitä. Sillä eihän toki käy päinsä jättää huomioonottamatta sisäistä kitkaa laskettaessa $mv:tä$, jos se ilmoittaa pätevyytensä niin kirkkaasti $mv^2:ta$ laskettaessa.

Sittenkään tämä ei merkitse mitään. Vaikka annammekin lauselmalle myöten ja laskemme työnnin jälkeisen nopeuden olettaen, että mv -suureiden summa on jäänyt samaksi, jopa silloinkin havaitsemme tuon vähennyksen mv^2 -suureiden summassa. Tässä siis törmäävät mv ja mv^2 vastakkain, vieläpä todella hävinneen mekaanisen liikkeen erotuksen verran. Ja itse lasku osoittaa, että mv^2 -suureiden summa ilmaisee liikkeen suuruuden oikein, mv -suureiden summa taas väärin.

Tässä on jokseenkin kaikki tapaukset, joissa mekaniikassa sovelletaan $mv:tä$. Tarkastelkaamme nyt tapauksia, joissa sovelletaan $mv^2:ta$.

Jos tykin ammus lähetetään matkaan, se kulluttaa lentoradallaan liikepaljouden, joka on suoraan verrannollinen $mv^2:teen$ iskeytyypä se sitten kiinteään maaliin taikka joutuu lepotilaan ilmanvastuksen ja painovoiman vaikutuksesta. Jos rautatiejuna törmää paikallaan seisovaan junaan, niin rajuus, millä se tapahtuu, ja vastaava tuho on suoraan verrannollinen sen $mv^2:teen$. Samoin pätee mv^2 laskettaessa mitä tahansa vastustuksen voittamiseen tarvittavaa mekaanista voimaa.

Mutta mitä tarkoittaa tämä mekaniikan tutkijoille niin tavallinen puheenparsi: vastustuksen voittaminen?

Kun me painoa nostaessamme voitamme painovoiman vastustuksen, niin silloin häviää tietty määrä liikettä, sellainen määrä mekaanista voi-

maa, joka on yhtä kuin se, joka voidaan synnyttää uudelleen kohotetun kappaleen suoranaisesti taikka epäsuorasti pudotessa saavutetusta korkeudesta aina sen alkuperäiselle tasolle asti. Se mitataan sen massan ja pudotessa saavutetun loppunopeuden neliön tulon puolikkaalla, $\frac{mv^2}{2}$.

Mitä on painoa nostettaessa tapahtunut? Mekaaninen liike tai voima on sellaisenaan kadonnut. Mutta se ei ole mennyt olemattomiin: se on muutettu mekaaniseksi jännitysvoimaksi, käyttäkösemme Helmholtzin sanontaa; potentiaalienergiaksi, kuten nuoremmat sanovat; ergaliksi, kuten Clausius sitä kutsuu, ja tämä voidaan hetkenä minä hyvänsä, jokaisella mekaanisesti luvallisella tavalla palauttaa samaksi määräksi mekaanista liikettä, mikä sen synnyttämiseen tarvittiin. Potentiaalienergia on vain negatiivinen ilmaisu elävälle voimalle ja päinvastoin.

24 naulan painoinen tykinammus iskee nopeudella 400 metriä sekunnissa panssarilaivan metrin vahvuiseen rautaseinämään eikä sillä ole näissä oloissa mitään näkyvää vaikutusta panssariin. On siis hävinnyt mekaaninen liike, joka oli $= \frac{mv^2}{2}$, siis, kun 24 naulaa on $= 12 \text{ kg}^*$, $= 12 \times 400 \times 400 \times \frac{1}{2} = 960\,000$ kilogrammetriä.

Mitä siitä on tullut? Pieni osa siitä on tullut käytetyksi rautapanssarin tärähtämiseen ja molekylaarisiin muutoksiin. Toinen osa ammuksen hajoamiseen lukemattomiksi kappaleiksi. Mutta suurin osa on muuttunut lämmöksi ja saanut ammuksen punahehkuun. Kun preussilaiset suorittaessaan maihinnousua Alsille 1864 panivat raskaat patterinsa toimimaan »Rolf Kraken»⁸² panssariseinämiä vastaan, he näkivät pimeässä

* Saksan naula = 500 gr. Toim.

jokaisessa osumassa äkkiä hehkuuntuvan ammuksen leimahduksen. Whitworth oli jo aikaisemmin osoittanut kokeellisesti, etteivät panssarilaivoja vastaan tarkoitettut räjähdeammukset tarvitse sytytintä; hehkuva metalli itse sytyttää räjähdyspanoksen. Olettaen lämpöyksikön mekaanisen ekvivalentin 424 kilogrammametrikksi⁸³ yllä mainittu mekaanisen liikkeen määrä vastaa 2264 yksikön lämpömäärää. Raudan ominaislämpö on = 0,1140, so. sama lämpömäärä, joka lämmittää 1 *kg* vettä 1° C verran (mikä pätee lämpöyksikkönä), riittää kohottamaan 1° C verran lämpötilaa $\frac{1}{0,1140} = 8,772$ *kg*:ssa rautaa.

Yllä mainitut 2264 lämpöyksikköä kohottavat siis yhden rautakilon lämpötilaa $8,722 \times 2264 = 19\,860^\circ$ taikka 19 860 *kg* rautaa yhden celsiusasteen verran. Koska tämä lämpömäärä jakaantuu tasaisesti ammuksen ja panssarin kesken, kuumenisi tämä $\frac{19\,860^\circ}{2 \times 12} = 828^\circ$, mikä antaa jo melkoisen punakuumuuden. Mutta koska iskevä etuosa tietenkin saa osakseen paljon suuremman osan lämpenemisestä, kenties kaksi kertaa niin paljon kuin takapuolikas, niin se voisi lämmitä 1104° ja jälkimmäinen 552 celsiusasteeseen, mikä riittää selittämään täysin hehkuvaikutuksen siinäkin tapauksessa, että jätämme vielä pois runsaasti iskussa todella suoritetusta mekaanisesta työstä.

Kitkassa häviää samoin mekaanista liikettä ilmaantuakseen uudelleen lämpönä. Kuten tunnettua, Joulen Manchesterissa ja Coldingin Kööpenhaminassa onnistui mittaamalla mahdollisimman tarkasti molemmat vastaavat tapahtumat määrätä kokeellisesti ensi kerran likipitäen lämmön mekaanisen ekvivalentin.

Samoin käy synnyttäessä sähkövirtaa mag-

netosähköisessä koneessa mekaanisen voiman, esimerkiksi höyrykoneen, välityksellä. Tietyssä ajassa synnytetty määrä ns. sähkömotorista voimaa on verrannollinen samassa ajassa kulutettuun määrään mekaanista liikettä, ja kun tämä voima ilmaistaan samassa mitassa, myös yhtä kuin samassa ajassa kulutettu määrä mekaanista liikettä. Höyrykoneen sijasta voimme ajatella sen tulleen synnytetyksi putoavan painon avulla, joka noudattaa painovoiman vaikutusta. Mekaaninen voima, jonka tämä kykenee luovuttamaan, mitataan elävän voiman avulla, jonka se saisi, jos se putoaisi vapaasti samalta korkeudelta, taikka voiman avulla, joka tarvitaan nostamaan jälleen alkuperäiseen korkeuteen: kummallakin kertaa $\frac{mv^2}{2}$.

Havaitsemme siis, että mekaanisella liikkeellä on todella kaksinainen mitta, ja myöskin, että jokainen näistä mitoista pätee sangen tarkasti rajattuun ilmiöjoukkoon. Kun jo olemassaoleva mekaaninen liike siirretään siten, että se jää säilymään mekaanisena liikkeenä, se siirtyy massan ja nopeuden tulon suhteen mukaisesti. Jos se taas siirretään siten, että se häviää mekaanisena liikkeenä syntyäkseen uudelleen potentiaalienergian, lämmön, sähkön jne. muodossa, sanalla sanoen, kun se muuttuu liikkeen muuksi muodoksi, niin tämän uuden liikemuodon määrä on suoraan verrannollinen alunperin liikkeessä olleen massan ja nopeuden neliön tuloon. Lyhyesti: mv on mekaanista liikettä mitattuna mekaanisessa liikkeessä; $\frac{mv^2}{2}$ on mekaanista liikettä mitattuna sen kyvyllä muuttua tietyksi määräksi toista liikemuotoa. Olemme nähneet, että molemmat mitat, koska ne ovat erilaiset, eivät kuitenkaan ole ristiriidassa keskenään.

Täten ilmenee, että Leibnizin kiista Descartesin kannattajien kanssa ei mitenkään ollut pelkkää sanakiistaa ja että d'Alembertin »mah- tikäsky» ei itse asiassa pannut mitään järjestykseen. D'Alembert olisi voinut säästää sanojensa vuolautta, kun hän puhui edeltäjiensä epäselvyydestä, sillä hän oli yhtä epäselvä kuin hekin. Ja itse asiassa, niin kauan kuin ei tiedetty, mitä tulee näennäisesti tuhotusta mekaanisesta liikkeestä, ei voitukaan päästä selvyyteen. Ja niin kauan kuin Suterin kaltaiset matemaattisen mekaniikan tutkijat pysyvät sitkeästi erikois- tieteensä vankina neljän seinän sisällä, niin kauan heille jää asia yhtä epäselväksi kuin d'Alembertille ja heidän pitää yrittää tyydyttää meidät merkityksettömin ja ristiriitaisin fraasein.

Mutta miten ilmaisee nykymekaniikka tämän mekaanisen liikkeen muuttumisen toiseen, määrältään siihen verrannolliseen liikemuotoon? — *Se on suorittanut työtä, jopa tietyn määrän työtä.*

Mutta työn käsite fysikaalisessa mielessä ei ole täten tullut tyhjentävästi käsitellyksi. Kun lämpöä muutetaan — kuten höyrykoneessa tai polttomoottorissa — mekaaniseksi liikkeeksi, so. molekyyli liikettä massojen liikkeeksi, kun läm- pö irrottaa kemiallisen yhdisteen, kun se muut- tuu lämpöpatsaassa sähköksi, kun sähkövirta erottaa veden alkuaineet laimennetusta rikkiha- posta, taikka päinvastoin elektrolyyttikennon kemiallisessa prosessissa vapautunut liike (alias* energia) ottaa sähkön muodon ja tämä vuoro- taan suljetussa virtapiirissä muuttuu lämmöksi — kaikissa näissä tapahtumissa prosessin alulle- paneva ja sen kautta toiseksi muuttuva liike- muoto suorittaa työtä, vieläpä omaa määräänsä vastaavana annoksena.

* — toisin sanoen. *Toim.*

Työ on siis liikkeen muodonmuutos tarkasteltuna määrälliseltä puoleltaan.

Mutta miten? Kun kohotettu paino jää ylös rauhallisesti riippumaan, onko sen potentiaalienergia levon aikana myös liikkeen muodossa? Epäilemättä. Jopa Tait on tullut vakuuttuneeksi siitä, että potentiaalienergia tulee ennen pitkää raukeamaan aktuaalisen liikkeen muodoksi (»Nature») ⁸⁴. Ja siitä tietämättä menee Kirchhoff vielä paljon pidemmälle, kun hän sanoo (»Math. Mech.», S. 32):

»Lepo on liikkeen erikoistapaus»

ja osoittaa tällä, että hän ei osaa pelkästään laskea, vaan myös dialektisesti ajatella.

Työn käsite, jota meille kuvattiin vaikeasti tajuttavaksi ilman matemaattista mekaniikkaa, on meille käynyt selväksi siis aivan sivumennen, leikiten ja miltei itsestään mekaanisen liikkeen kummankin mitan tarkastelusta. Ja ainakin me tiedämme siitä nyt enemmän kuin saamme tietää Helmholtzin luennoista »Über die Erhaltung der Kraft» (1862), jossa hänen tarkoituksenaan on nimenomaan

»tehdä mahdollisimman selviksi työn ja sen muuttumattomuuden fysikaaliset peruskäsitteet».

Kaikki, mitä Helmholtzilta saamme tietää työstä, on, että se on jotakin, joka voidaan ilmaista naula-jalkoina tai myös lämpöyksikköinä ja että näiden naula-jalkojen tai lämpöyksikköjen lukumäärä on jokaiselle tietylle työmäärälle muuttumaton. Edelleen, että mekaanisten voimien ja lämmön lisäksi myös kemialliset ja sähköiset voimat voivat suorittaa työtä, mutta että kaikki nämä voimat käyttävät loppuun työkykynsä sitä myöten kuin ne todella aikaansaavat työtä ja että siitä seuraa: että vaikutuskykyisten voimamäärien summa koko luonnossa on

ikuinen ja jää muuttumatta samaksi kaikissa luonnossa tapahtuvissa muutoksissa. Työn käsitettä ei kehitetä eikä edes määritellä.* Ja nimenomaan työn suuruuden määrällinen muuttumattomuus estää häntä oivaltamasta, että laadullinen muutos, muodonvaihdos on kaiken fyysikaalisen työn perusehto. Ja niinpä Helmholtz yltyy väittämään:

»Kitka ja kimmoton työnti ovat tapahtumia, joissa häviää mekaanista työtä** ja siksi syntyy lämpöä.» (»Pop. Vortr.«, II, S. 166.)

Täysin päinvastoin. Tässä ei hävitetä mekaanista työtä, tässä tehdään mekaanista työtä. Mekaanista liikettä näennäisesti hävitetään. Mutta mekaaninen liike ei voi koskaan eikä milloinkaan tehdä miljoonasosa kilogrammetriäkään ilman, että se sellaisenaan näennäisesti häviää, ilman, että se muuttuu liikkeen toiseksi muodoksi.

Työkyky, joka piilee tietyssä määrässä mekaanista liikettä, on nimeltään, kuten olemme nähneet, liikkeen elävä voima, ja sitä on miltei näihin päiviin asti mitattu suurella mv^2 . Mutta tähän ilmaantui uusi ristiriita. Kuulkaamme Helmholtzia (»Erhaltung der Kraft«, S. 9). Hän sanoo työpaljouden olevan ilmaistavissa korkeuteen h kohotetun massan m avulla, jolloin, kun painovoima on ilmaistu g :llä, työpaljous on mgh . Pystysuoraan nousuun korkeudelle h tarvitaan nopeus $v = \sqrt{2gh}$, ja se saavutetaan jälleen alas pudotessa. Siis $mgh = \frac{mv^2}{2}$, ja Helmholtz ehdottaa

* Emme pääse yhtään pidemmälle, vaikka otamme neuvoa Clerk Maxwellilta. Tämä sanoo (»Theory of Heat«, 4th edition, London 1875, s. 87): »Työtä suoritetaan, kun voitetaan vastus» ja (s. 185): »kappaleen energia on sen kykyä suorittaa työtä». Tämä on kaikki mitä saamme tietää siitä.

** Kursivointi Engelsin. Toim.

»merkittäväksi elävän voiman määrän yhtä kuin suure $\frac{1}{2} mv^2$, jolla merkinnällä se tulee identtiseksi työpajouden mitan kanssa. Elävän voiman käsitteen tähänastista käyttöä silmällä pitäen... ei muutoksella ole merkitystä, kun taas vasta seuraavassa siitä saadaan huomattavaa etua.»

Tuskin voi uskoa silmiään. Niin vähän Helmholtz oli 1847 selvillä elävän voiman ja työn keskinäisestä suhteesta, ettei hän edes huomaa, miten hän muuttaa elävän voiman aikaisemman suhteellisen mitan sen absoluuttiseksi mitaksi, että häneltä jää tiedostamatta, miten merkittävän keksinnön hän on rohkean otteensa ansiosta tehnyt, ja nyt hän suosittelee vain mukavuussyistä $\frac{mv^2}{2}$ käytettäväksi mv^2 sijasta! Ja mukavuuden vuoksi mekaniikan tutkijat ovat antaneet $\frac{mv^2}{2}$ kotiutua. Vasta vähitellen on $\frac{mv^2}{2}$ tullut matemaattisestikin todistetuksi; algebrallinen kehittäminen löytyy Naumannilta, »Allg. Chemie», S. 7⁸⁵, analyttinen Clausiukselta, »Mech. Wärmetheorie», 2. Aufl., I, S. 18⁸⁶. Sen johtaa ja esittää sitten Kirchhoff (main. teos, s. 27) toisella tavalla. Sievän algebrallisen johdon suureelle $\frac{mv^2}{2}$ suureesta mv antaa Clerk Maxwell (main. teos, s. 88). Mikä ei kuitenkaan estä kahta skotiamme Thomsonia ja Taitia sanomasta (main. teos, s. 163):

»Liikkeessä olevan kappaleen *elävä voima* eli kineettinen energia on suoraan verrannollinen sen massaan ja samalla sen nopeuden neliöön. Jos säilytämme aikaisemat massan [ja nopeuden] yksiköt» (nimittäin yksikkönopeudella liikkuvan yksikkömassan), »niin on *erityisen edullista** määritellä elävä voima massan ja nopeuden neliön *puolikkaana*.»

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

Tässä ei niin muodoin ole näiltä kahdelta Skotlannin etumaiselta mekaniikan tutkijalta juuttunut paikoilleen pelkästään ajattelu, vaan myös laskeminen. Erityinen etu, kaavan kätevyys, selvittää kaiken parhain päin.

Meille, jotka olemme nähneet, ettei elävä voima ole muuta kuin annetun mekaanisen liikemäärän kykyä suorittaa työtä, meille on ilmeistä, että tämän työkyvyn mekaanisen mitan ilmaisun ja sen todella suorittaman työn ilmaisun tulee olla yhtä suuret; että siis, jos $\frac{mc^2}{2}$ mittaa työn, on elävällä voimalla oltava mitana niin ikään $\frac{mv^2}{2}$. Mutta niinhän tieteessä tapahtuu. Tutkijan teoreettinen mekaniikka päätyy elävän voiman käsitteeseen, insinöörien käytännön mekaniikka työn käsitteeseen ja jälkimmäinen pakottaa edellisen sen omaksumaan. Ja laskeminen on siinä määrin vieroittanut teoreettista tutkijaa ajattelusta, että hän ei vuosikausiin tajua molempien käsitteiden välistä yhteyttä, mittaa toista suurella mv^2 ja toista suurella $\frac{mv^2}{2}$ ja hyväksyy lopulta kummallekin $\frac{mv^2}{2}$ eikä sittenkään asiaa oivaltaen, vaan laskemisen yksinkertaistamisen vuoksi!*

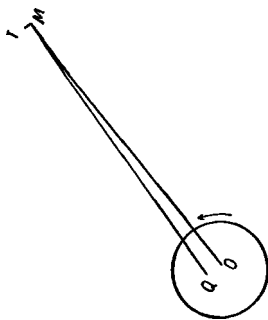
* Sana työ, kuten vastaava käsityskin on peräisin englantilaisilta insinööreiltä. Mutta englannissa on käytännön työ nimeltään work, taloudellisessa mielessä taas labour. Siksi fyysikaalisesta työstä käytetään myös nimitystä work, ja siten saadaan poistetuksi kaikkinaisen mahdollisuus sekoittaa se työhön taloudellisessa mielessä. Näin ei ole asian laita saksan kielessä, ja siksi on uudemmassa valetieteellisessä kirjallisuudessa käynyt mahdolliseksi soveltaa fyysikaalisessa mielessä tarkoitettua työ-käsitettä eriskummallisoin tavoin taloudellisiin työsuhteisiin ja päinvastoin. Mutta saksalaisilla on myös sana *Werk*, joka sopii englantilaisen sanan work tavoin mainiosti ilmaisemaan fyysikaalista työtä. Mutta koska taloustiede on luonnontutkijoillemme liian etäinen ala, heidän on vaikeata muuttaa mieltään ja käyttää sitä jo kerran kotiutuneen sanan Arbeit sijasta — olkoonkin, että se on jo myöhäistä. Vain Clausius tekee yrityksen säilyttää ainakin Arbeit-sanan ohessa sanan Werk.

VUOROVESIKITKA. KANT JA THOMSON — TAIT

MAAN PYÖRIMISLIIKE JA KUUN VETOVOIMA⁸⁷

Thomson and Tait, »Nat. Philos.» I⁸⁸, p. 191
(§ 276):

»Kaikissa taivaankappaleissa, joiden vapaa pinta on koostunut osittain nesteestä, kuten on laita Maassa, on myös epäsuoria vastuksia⁸⁹, jotka johtuvat vuoksen ja luoteen liikkeitä vastaan ehkäisevästi vaikuttavasta kitkasta. Näiden vastusten täytyy, mikäli mainitut kappaleet liikkuvat naapurikappaleittensa suhteen, riistää



alituiseen energiaa toistensa suhteen tapahtuvalta liikkeeltä. Jos tarkastelemme lähinnä sitä vaikutusta, mikä Kuulla yksinään on Maahan merineen, järvineen ja jokineen, niin tajuamme, että tämän vaikutuksen täytyy pyrkiä yhtäläistämään Maan akselinsa ympäri suorittaman pyörähdyksen aika ja kummankin kappaleen yhteisen inertiakeskipisteensä ympäri tekemän kierroksen aika, sillä mikäli nämä ajat ovat erilaiset täytyy vuoksen ja luoteen

vaikutuksen Maan pinnalla riistää kummankin liikkeeltä alituiseen energiaa. Jotta voisimme tarkastella asiaa syvällisemmin ja välttää samalla tarpeettomia mutkikkauksia, olettakaamme, että Kuu on muodoltaan säännöllinen pallo. Sen ja Maan massojen keskinäinen vaikutus ja vastavaikutus vastaa yhtä ainoata voimaa, joka vaikuttaa jotakin Kuun keskipisteen kautta kulkevaa suoraa pitkin ja on senlaatuinen, että se *pyrkii estämään Maan pyörimistä siihen saakka, kunnes tämä tapahtuu lyhyemmässä ajassa kuin Kuun kierto-*

*liike Maan ympäri.** Sen vuoksi sen on vaikutettava pitkin sellaista suoraa kuin MQ , siis poikettava Maan keskipisteestä $OQ:n$ verran; kuviossa on tätä poikkeamaa täytynyt huomattavasti suurentaa. Nyt voidaan kuvitella Kuuhun suunnassa MQ todella vaikuttavan voiman koostuvan kahdesta osasta; Maan keskipisteeseen kulkevan suoran MO suunnassa vaikuttavan ensimmäisen osan suuruus ei poikkea huomattavasti koko voiman suuruudesta; siihen verrattuna sangen pienen toisen komponentin suunta MT on kohtisuorassa $MO:ta$ vastaan. Tämä viimeksi mainittu osa on jokseenkin Kuun radan tangentin suuntainen ja vaikuttaa samansuuntaisesti kuin Kuu liikkuu. Jos sellainen alkaisi vaikuttaa yhtäkkiä, se tulisi lähinnä lisäämään Kuun nopeutta; mutta tietyn ajan kuluttua tämä olisi etäännytynyt sellaisen matkan kauemmaksi Maasta, että liikuen Maan vetoa vastaan se olisi menettänyt niin paljon nopeuttaan kuin tangentin suuntaisessa kiihdytyksessä oli saatu. Sen keskeytyksettä jatkuvan, tangentialisesti liikkeen kanssa samansuuntaisen voiman vaikutus, joka suuruudeltaan kuitenkin on niin pieni, että sen seurauksena on joka hetki vain pieni poikkeama ympyränmuotoiselta radalta, on sellainen, että se suurentaa vähitellen välimatkaa keskuskappaleesta ja aiheuttaa yhtä suuren kadon liikkeen kineettiselle energialle, kuin sen oma, keskuskappaleen vetoa vastaan suoritettava työ tekee. Tilanteen ymmärtää helposti, jos tarkastelee tätä liikettä keskuskappaleen ympäri sangen hitaasti laajenevan spiraalin muotoisella radalla tapahtuvana. Edellyttäen, että voima on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön, liikettä vastaan suunnattu painovoiman tangentialinen komponentti on oleva kaksi kertaa niin suuri kuin samansuuntaisesti liikkeen kanssa vaikuttava häiritsevä tangentialinen voima, ja sen vuoksi puolet ensiksi mainittua vastaan suoritetusta työstä tekee viimeksi mainittu ja toisen puolen taas liikkeeltä riistetty kineettinen energia. Kokonaisvaikutuksen, mikä juuri tarkastellulla häiriötekijällä on Kuun liikkeeseen, saa selville sangen helposti, kun ottaa käytäntöön liikepaljousien momenttien periaatteen. Niinpä näemme, että se liikepaljouden momentti, joka saavutetaan josakin ajassa Kuun ja Maan inertiakeskipisteiden liikkuessa niiden yhteisen inertiakeskipisteen suhteen, on yhtä kuin se, joka menetetään Maan pyöriessä akselinsa ympäri. Kuun ja Maan inertiakeskipisteiden liikepaljou-

* Kursivointi Engelsing. Totm.

den momenttien summa, sellaisena kuin se esiintyy niiden nykyisessä liikkeessä, on suunnilleen 4,45 kertaa niin suuri kuin Maan pyörimisen liikepaljouden nykyinen momentti. Ensiksi mainitun liikkeen taso on keskimäärin sama kuin ekliptikan taso, sen vuoksi on molempien liikepaljouksien akselien keskimääräinen keskinäinen kallistuma yhtä kuin $23^{\circ}27,5'$, jonka kulman voimme arvioida, kun jätämme huomioon ottamatta Auringon vaikutuksen Kuun liiketasoon, nykyiseksi kummankin akselin todelliseksi kallistumaksi. Liikepaljouden resultantti eli kokonaismomentti on sen vuoksi 5,38-kertainen Maan pyörimisen nykyiseen momenttiin verrattuna, ja sen akselilla on Maan akseliin nähden kallistuma $19^{\circ}13'$. Vuoksien ja luoteiden* pyrkimyksenä on siis viime kädessä vaikuttaa siten, että Maa ja Kuu pyörisivät tasaisesti tällä resultoivalla momentilla tämän resultanttiakselin ympäri, ikään kuin ne olisivat yhden jäykän kappaleen kaksi osaa; siinä tilassa olisi Kuun välimatka Maasta suurentunut (lähimain) suhteessa $1 : 1,46$, so. inertiakeskipisteiden nykyisen liikepaljouden momentin neliön suhteessa liikepaljouden kokonaismomentin neliöön; kiertoaika suurensi samojen paljouksien kuutioiden suhteessa, siis suhteessa $1 : 1,77$. Etäisyys olisi kohonnut siis 347 100 Englannin mailiksi ja kiertoaika 48,36 vuorokaudeksi. Jos maailmankaikkeudessa ei olisi Maan ja Kuun lisäksi mitään muita kappaleita, nämä molemmat kappaleet saattaisivat jatkaa tällä tavalla liikettään ympyränmuotoista rataansa yhteisen inertiakeskipisteensä ympäri ikuisesti, ja yhden kierroksen aikana Maa suorittaisi yhden pyörähdyksen akselinsa ympäri niin, että se kääntäisi aina saman puolen itsestään Kuuta kohti ja että niin muodoin sen pinnan kaikki nestemäiset osat jäisivät suhteelliseen lepotilaan kiinteisiin osiin nähden. Mutta Auringon olemassaolo estäisi sellaista asiaintilaa kauan jatkumasta. Maassa tulisi nimittäin olemaan aurinkovuorovesiä, kahdesti nousuvesi ja kahdesti laskuvesi sinä aikana, kun se pyörähtäisi ympäri Auringon suhteen (so. kahdesti aurinkovuorokaudessa eli, mikä on sama, kuukaudessa). Tätä ei voisi tapahtua ilman, että *nestekitkan johdosta energiaa häviäisi*.* Ei ole helppoa hahmotella tämän syyn aiheuttaman Maan ja Kuun liikkeen häiriintymisen koko tapahtumaa, mutta lopulta olisi sen seurauksena, että Maa, Kuu ja Aurinko kiertäi-

* Kursivointi Engelßin. Toim.

sivät yhteisen inertiakeskipisteensä ympäri samalla tavoin kuin yhden jäykän kappaleen osat.»

Kant esitti 1754 ensi kerran mielipiteen, että vuorovesikitka hidastaa Maan pyörimistä ja että tämä vaikutus lakkaa vasta,

»kun sen» (Maan) »pinta on oleva Kuun suhteen levossa, so. kun se pyörähtää akselinsa ympäri samassa ajassa, jossa Kuu kiertää sen, ja siten kääntää sille aina saman puolen itsestään». ⁹⁰

Hän oli samalla sitä mieltä, että tämä hidastuminen johtuu ainoastaan vuorovesikitkasta, siis nestemäisten massojen olemassaolosta maapallolla.

»Jos Maalla olisi aivan kiinteä massa ilman minkäänlaisia nesteitä, ei Auringon eikä Kuun vetovoima voisi mitenkään muuttaa sen vapaata pyörimistä akselinsa ympäri, sillä se vetää yhtäläisellä voimalla sekä maapallon itäistä että läntistä osaa eikä siten aiheuta mitään taipumusta puoleen eikä toiseen; se siis jättää Maalle täyden vapauden jatkaa tätä pyörimistä esteettömästi ikään kuin ilman mitään ulkoista vaikutusta.» ⁹¹

Tähän tulokseen sai Kant tyytyä. Siihen aikaan puuttuivat kaikki tieteelliset edellytykset tunkeutua syvemmälle Kuun maapallon pyörimisliikkeeseen aiheuttamaan vaikutukseen. Tarvittiinhan toki miltei sata vuotta, kunnes Kantin teoria tuli yleisesti tunnustetuksi, ja vieläkin kauemmin, ennen kuin päästiin selville, että vuoksi ja luode ovat vain *näkyvä* osa Auringon ja Kuun vetovoiman maapallon pyörimisliikkeeseen kohdistamasta vaikutuksesta.

Tätä yleisempää käsitystä asiasta ovat kehittäneet nimenomaan Thomson ja Tait. Kuun ja Auringon vetovoima ei vaikuta maan pyörimistä hidastavalla tavalla pelkästään maapallon tai sen pinnan nesteisiin, vaan ylipäänsä koko Maan massaan. Niin kauan kun Maan pyörähdysaika ei ole sama kuin Kuun kiertoaika Maan ympäri,

Kuun vetovoimalla on — pysytteläksemme lähinnä vain tämän parissa — kumppaakin aikaa toiseensa yhä lähentävä vaikutus. Jos (suhteellisen) keskuskappaleen pyörähdysaika olisi pidempi kuin seuralaisen kiertoaika, ensiksi mainittu lyhenisi vähitellen; jos se taas on lyhyempi, kuten tapauksessa Maa—Kuu, se hidastuu. Mutta ensimmäisessä tapauksessa ei kineettistä energiaa luoda tyhjästä eikä toisessa sitä tuhota. Ensimmäisessä tapauksessa seuralainen kulkeutuisi keskuskappaleelta lähemmäksi ja sen kiertoaika lyhenisi, toisessa se loittonisi siitä kauemmaksi ja saisi pidemmän kiertoajan. Ensimmäisessä tapauksessa seuralainen menettää lähentyessään keskuskappaleelta yhtä paljon potentiaalista energiaa kuin keskuskappale voittaa kineettistä energiaa pyörimisliikkeen kiihtyessä, toisessa seuralainen voittaa välimatkan suuremisen ansiosta täsmälleen saman potentiaalienergiassa, minkä keskuskappale menettää kineettistä pyörimisenergiaa. Systeemissä Maa—Kuu olevan dynaamisen energian (potentiaalisen ja kineettisen) kokonaismäärä pysyy samana; systeemi on täysin konservatiivinen.

Nähdään, että tämä teoria on täysin riippumaton asianomaisten kappaleiden fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Se johdetaan sellaisten vapaiden taivaankappaleiden yleisistä liikelaeista, joiden yhteenkuuluvuuden aiheuttaa massoihin suoraan ja etäisyyksien neliöihin kääntäen verrannollinen vetovoima. Se on ilmeisesti syntynyt Kantin vuorovesikitkateorian yleistyksenä, ja tässä sen esittävät meille Thomson ja Tait jopa tämän teorian matemaattisena perusteluna. Mutta todellisuudessa — ja merkittävää kylläkin sen laatijoilla ei ole tästä aavistusakaan —, todellisuudessa se lukee pois vuorovesikitkan erikoistapauksen piiristään.

Kitka on massojen liikkeen hidastaja, ja sitä on pidetty vuosisatoja massojen liikkeen, so. kineettisen energian, hävittäjänä. Nyt me tiedämme, että kitka ja työnti ovat ne kaksi muotoa, joissa kineettinen energia muuttuu molekyylienergiaksi, lämmöksi. Jokaisessa kitkassa menee siis kineettistä energiaa sinänsä hukkaan ilmaantuakseen jälleen ei potentiaalienergiana dynamiikan mielessä, vaan molekyylliliikkeenä lämmön määrättyssä muodossa. Kitkan vaikutuksesta hukkaan mennyt kineettinen energia on niin muodoin lähinnä kyseisen systeemin dynaamisten suhteiden kannalta *todella kadonnutta*. Se voisi vain siinä tapauksessa muodostua uudelleen dynaamisesti vaikuttavaksi, että se *muutettaisiin takaisin* lämmön muodosta kineettiseksi energiaksi.

Miten nyt sitten on vuorovesikitkan laita? Ilmeisesti tässäkin Kuun vetovoiman maanpinnan vesimassoille antama kineettinen energia kokonaisuudessaan muuttuu lämmöksi, tapahtuukoonpa se sitten vesihiukkasten hangatessa toisiaan veden viskositeetin johdosta tai kiinteään maanpintaan tapahtuvan hankauksen ja vuorovesiliikettä vastaan hangoittelevien kallioiden rouhiintumisen välityksellä. Tästä lämmöstä muuttuu takaisin kineettiseksi energiaksi häviävän pieni osa, joka auttaa vesipintojen haihtumista. Mutta tämäkin häviävän pieni määrä Maan ja Kuun muodostaman kokonaissysteemin eräälle maanpinnan osalle luovuttamasta kineettisestä energiasta jää lähinnä maapallon pinnalle siinä vallitsevien ehtojen alaiseksi, ja nämä valmistelevat kaikelle siinä toimivalle energialle samaa loppukohtaloa: lopullista muuttumista lämmöksi ja säteilemistä ulos maailmanavaaruuteen.

Koska vuorovesikitka vaikuttaa siis kiistatta

hidastavasti Maan pyörimisliikkeeseen, niin menee myös tähän käytetty kineettinen energia Maan ja Kuun muodostamalta dynaamiselta systeemiltä absoluuttisesti hukkaan. Se ei siis voi ilmaantua uudelleen tämän systeemin sisäpuolelle dynaamisena potentiaalienergiana. Toisin sanoin: Maan pyörimisliikkeen hidastamiseen käytetystä Kuun vetovoiman kineettisestä energiasta saattaa ilmaantua kokonaisuudessaan uudelleen dynaamisena potentiaalienergiana, ts. tulla korvatuksi Kuun etäisyyden vastaavalla lisääntymisellä, ainoastaan se osa, joka vaikuttaa maapallon *kiinteään massaan*. Sitä vastoin se osa, joka vaikuttaa Maan nestemäisiin massoihin, voi tehdä tämän vain mikäli se ei pane näitä massoja Maan pyörimisliikettä vastaan suunnattuun liikkeeseen, sillä tämä liike muuttuu *kokonaisuudessaan* lämmöksi ja menee lopulta säteilyn kautta systeemiltä hukkaan.

Mikä pätee vuorovesikitkasta Maan pinnalla, pätee samoin useasti hypoteettisesti oletetusta vuorovesikitkasta sulaksi arvellussa Maan sydämessä.

Merkillistä asiassa on, etteivät Thomson ja Tait huomaa, miten he esittävät vuorovesikitkan teorian perusteluksi teorian, joka lähtee siitä sanattomasta edellytyksestä, että Maa on *täysin jäykkä* kappale ja että siten suljetaan pois jokainen vuoroveden ja siis vuorovesikitkankin mahdollisuus.

LÄMPÖ⁹²

Kuten olemme nähneet, on kaksi muotoa, joissa mekaanista liikettä, elävää voimaa häviää. Ensimmäinen on sen muuttuminen mekaaniseksi potentiaalienergiaksi esimerkiksi painoa nostamalla. Tällä muodolla on se omalaatuisuus, että se voi muuttua takaisin ei ainoastaan mekaaniseksi liikkeeksi, vieläpä saman elävän voiman omaavaksi mekaaniseksi liikkeeksi kuin alkuperäinen, vaan myös, että se kykenee vain tähän muodonmuutokseen. Mekaaninen potentiaalienergia ei voi milloinkaan synnyttää lämpöä tai sähköä siirtymättä ensin todelliseksi mekaaniseksi liikkeeksi. Se on, käyttäeksemme Clausiuksen ilmaisuja, »palautuva prosessi».

Toinen mekaanisen liikkeen häviämisen muoto ilmenee kitkassa ja työnnissä — niillä on vain aste-ero. Kitka voidaan käsittää sarjaksi peräkkäisiä ja rinnakkaisia pieniä työntejä, työnti taas yhteen ajanhetkeen ja yhteen kohtaan keskittyneeksi kitkaksi. Kitka on kroonista työntiä, työnti akuuttista kitkaa. Mekaaninen liike, joka tässä katoaa, katoaa *sellaisenaan*. Se ei ole välittömästi itsestään uudelleen aikaansaataavissa. Prosessi ei ole välittömästi palautuva. Mekaaninen liike on muuttunut laadullisesti erilaisiksi liikemuodoiksi, lämmöksi, sähköksi — molekyyli liikkeen muodoiksi.

Kitka ja työnti johtavat niin muodoin massojen liikkeestä, mekaniikan tutkimuskohteesta, molekyyliinliikkeeseen, fysiikan tutkimuskohteeseen.

Nimittäessämme fysiikkaa molekyyliinliikkeen mekaniikaksi* emme ole tällöin sivuuttaneet sitä seikkaa, että tämä ilmaisu ei suinkaan käsitä nykyisen fysiikan aluetta kokonaisuudessaan. Päinvastoin. Eetterivärähtelyt, jotka välittävät valon ja säteilevän lämmön ilmiöitä, eivät varmaankaan ole molekyyliinliikkeitä sanan nykyisessä merkityksessä. Mutta niiden maanpäälliset vaikutukset kohtaavat lähinnä molekyyliä: valon taittuminen, valon polarisaatio jne. riippuvat asianomaisten kappaleiden molekyyliinrakenteesta. Samoin miltei kaikki huomattavimmat tutkijat pitävät nykyisin sähköä eetterihiukkasten liikkeenä, ja lämmöstä sanoo jopa Clausius, että

»ponderabiiliain, painollisten atomien» (joiden sijaan olisi parempi panna molekyylien) »liikkeeseen... voi osallistua myös kappaleessa oleva eetteri». («Mech. Wärmetheorie», I, S. 22.)

Mutta sähkö- ja lämpöilmiöissä tulevat kuitenkin jälleen ensi sijassa kyseeseen molekyyliinliikkeet; eikä muutoin voisi ollakaan niin kauan kuin tiedämme eetteristä niin vähän. Mutta kun pääsemme niin pitkälle, että kykenemme esittämään eetterin mekaniikan, niin se kai tulee käsittämään paljon sellaista, joka nykyisin pakostakin ahdetaan fysiikkaan.

Fysikaalisista tapahtumista, joissa molekyylien rakenne muuttuu tai kumoutuu kokonaan, tulee myöhemmin puhe. Ne ovat siirtymistä fysiikasta kemiaan.

* Ks. Fr. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, s. 72 ja tätä julkaisua, ss. 77-78, 84. Toim.

Vasta molekyyli liikkeen myötä saa liikkeen muodonmuutos täyden vapautensa. Kun massojen liike voi mekaniikan rajamailla saada vain joitakin muita muotoja — lämmön tai sähkön—, niin tässä näemme vallan toisen muodonmuutoksen elävyyden: lämpö muuttuu sähköksi lämpöpatsaassa, se samaistuu valon kanssa tietyllä säteilyn asteella ja saa aikaan puolestaan jälleen mekaanista liikettä; sähkö ja magnetismi, jotka muodostavat lämmön ja valon kaltaisen sisarusparin, eivät muutu vain toisikseen, vaan myös lämmöksi ja valoksi sekä myös mekaaniseksi liikkeeksi. Ja tämä tapahtuu niin määrättyissä mittasuhteissa, että voimme ilmaista annetun määrän jokaista toista jokaisessa toisessa — kilogramm metreissä, lämpöyksiköissä, voltteissa⁹³ — ja samoin kääntää jokaisen mitan jokaiseksi toiseksi.

Mekaanisen liikkeen muuttaminen lämmöksi on käytännön keksintönä niin ikivanha, että voisimme päivätä ihmiskunnan historian alkamaan siitä. Mitkä työkalujen keksimiset ja eläinten kesyttämiset sitten lienevätkään saattaneet sitä edeltää, niin nimenomaan hankaamalla aikaansaadun tulen välityksellä ihmiset ovat ensi kerran pakottaneet elottoman luonnonvoiman palvelukseensa. Ja miten syvän leiman tämän jättiläisaskelen miltei mittaamaton kantavuus painoi ihmismieliin, siitä ovat vieläkin osoituksena kansanuskomukset. Ensimmäisen työkalun, kiviveitsen, keksimistä juhlittiin pitkään pronssin ja raudan käytäntöönnoton jälkeenkin: kaikki uskonnolliset uhritoimitukset suoritettiin kiviveitsillä. Juutalaisen tarun mukaan Joosua ympärileikkautti autiomaassa syntyneet miehet kiviveitsillä⁹⁴; keltit ja germaanit käyttivät ih-

misiä uhratessaan vain kiviveitsiä. Se kaikki on aikaa sitten unohdettu. Toisin on hankaamalla aikaansaadun tulen laita. Kauan senkin jälkeen, kun ihmiset tulivat tuntemaan muitakin tulentehtotapoja, jokainen pyhä tuli oli useimpien kansojen keskuudessa aikaansaatava hankaamalla. Nykypäivään saakka kansanuskomus pitää useimmissa Euroopan maissa kiinni siitä, että ihmeitätekevän tulen (esimerkiksi meidän saksalaisen hätätulemme) saa sytyttää vain hankaamalla. Siten elää edelleen — puoliksi tiedottomasti — meidän päiviimme saakka kiitollinen muisto ihmisen luonnosta saamasta ensimmäisestä suuresta voitosta kansanuskomuksissa ja maailman sivistyneimpien kansojen pakanalismi-mytoologisen muistitiedon jäännöksissä.

Tulenteko hankaamalla on kuitenkin vielä yksipuolinen prosessi. Mekaanista liikettä muutetaan siinä lämmöksi. Jotta prosessi saataisiin täydelliseksi, se pitää kääntää vastakkaiseksi, lämpöä pitää muuttaa mekaaniseksi liikkeeksi. Vasta silloin prosessin dialektiikka on tyydytetty, prosessi käyty kiertokulkuna loppuun asti — ainakin ensi hätään. Mutta historialla on oma kulkunsa ja sujuipa tämä loppujen lopuksi miten dialektisesti tahansa, dialektiikan täytyy toki useasti odottaa melko kauan historiaa. Vuosituhansissa on mitattava aikaväli, joka kuului hankaustulen keksimisestä, kunnes Heron Aleksandrialainen (noin v. 120) keksi koneen, jonka pani pyörivään liikkeeseen siitä ulos virtaava vesihöyry. Ja jälleen kuului melkein 2000 vuotta, ennen kuin rakennettiin ensimmäinen höyrykone, ensimmäinen laite, jolla muutettiin lämpöä todella hyödylliseksi mekaaniseksi liikkeeksi.

Höyrykone oli ensimmäinen todella kansainvälinen keksintö, ja tämä tosiseikka vuorostaan

on osoituksena valtavasta edistysaskeleesta historiassa. Ranskalainen Papin keksi sen, vieläpä Saksassa. Saksalainen Leibniz, joka sirotteli yleensä ympärilleen nerokkaita ajatuksia piittaamatta siitä, luettaisiinko ansio siitä hänelle tai muille — Leibniz, kuten nyt tiedämme Papinin kirjeenvaihdosta (Gerlandin julkaisemasta)⁹⁵, antoi hänelle siihen tärkeimmän ajatuksen: sylinterin ja mäntien käytön. Englantilaiset Savery ja Newcomen keksivät pian sen jälkeen samankaltaisia koneita; heidän maanmiehensä Watt kehitti sen vihdoin periaatteessa nykyiselle tasolle ottamalla käytäntöön erillisen lauhduttimen. Keksintöjen kiertokulku oli tällä alalla päässyt loppuun: lämmön muuttaminen mekaaniseksi liikkeeksi oli suoritettu. Mitä siten tuli lisää, oli erillisiä parannuksia.

Käytäntö oli siis omalla tavallaan ratkaissut kysymyksen mekaanisen liikkeen ja lämmön välisestä suhteista. Se oli ensi aluksi muuttanut ensimmäisen toiseksi ja sitten toisen ensimmäiseksi. Mutta miten oli teorian laita?

Aika surkeasti. Vaikka juuri 17. ja 18. vuosisadalla matkakertomukset vilisivät kuvauksia villikansoista, jotka eivät tunteneet mitään muuta tulentekotapaa kuin hankaustulen, fyysikot jäivät kuitenkin siitä jokseenkin piittaamattomiksi; ja yhtä välinpitämättömiksi heidät jätti höyrykone koko 18. vuosisadan ja 19. vuosisadan alkuvuosikymmenien ajaksi. He tyytyivät useimmiten pelkästään kirjaamaan tämän tosiasian.

Lopulta 1820-luvulla Sadi Carnot otti asian esille, vieläpä varsin taitavalla tavalla, niin että hänen parhaat ja jälkikäteen Clapeyronin geometrisesti esittämät laskelmansa ovat säilyttäneet merkityksensä tähän päivään asti Clausiuksella ja Clerk Maxwellilla. Hän pääsi miltei

kokonaan asian perille. Se mikä esti hänet perustelemasta sitä täydellisesti, ei ollut tosiasia-aineuksen puute, vaan ennakkoon vallinnut *väärä teoria*. Vieläpä sellainen väärä teoria, jota fyysikoille ei ollut tyrkyttänyt jokin pahansuopa filosofia, vaan sellainen, jonka he olivat itse keksiskelleet omalla, metafyyysis-filosofoivaan ajattelutapaan verrattuna muka aivan ylivomaisella naturalistisella ajattelutavallaan.

17. vuosisadalla pidettiin ainakin Englannissa lämpöä kappaleiden ominaisuutena,

»laadultaan erikoisena *liikkeenä**, jonka olemusta ei milloinkaan ole saatu tyydyttävällä tavalla selitetyksi».

Sellaiseksi luonnehti sen Th. Thomson kaksi vuotta ennen mekaanisen lämpöteorian keksimistä (»Outline of the Sciences of Heat and Electricity», 2nd edition, London 1840⁹⁶). Mutta 18. vuosisadalla astui yhä enemmän etualalle se käsitys, että lämpö, kuten myös valo, sähkö ja magnetismi, on erikoista ainetta ja kaikki nämä erikoislaatuiset aineet eroavat jokapäiväisestä materiasta siinä, ettei niillä ole painoa, että ne ovat imponderabilioita.

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

SÄHKÖ*

Kuten lämpö, on sähkökin, tosin toisella tavalla, tietyssä mielessä kaikkialla oleva. Tuskin mikään muutos voi tapahtua maapallolla ilman että sen ohessa voidaan osoittaa sähköilmiöiden olemassaolo. Jos vesi haihtuu, liekki palaa, kaksi erilaista tai erilämpöistä metallia taikka rauta ja kuparivihtrilliliuos koskettavat toisiaan jne., tapahtuu rinnan silminnähtävien fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden kanssa samanaikaisesti sähköisiä prosesseja. Mitä syvällisemmin tutkimme erilaisia luonnon tapahtumisia, sitä useammin havaitsemme sähköilmiöitä. Tästä kaikkiallaolevuudesta huolimatta, siitä tosiseikasta huolimatta, että puolen vuosisataa sähkö on pakotettu yhä enenevässä määrin palvelemaan teollisesti ihmistä, se on nimenomaan sellainen liikemuoto, jonka ominaisuuksien yllä leijuu vieläkin mitä suurin hämärä. Galvaanisen virran keksintö on noin 25 vuotta nuorempi hapen keksintöä ja merkitsee sähköopille ainakin yhtä paljon kuin happi kemialle. Ja kuitenkin,

* Tosiasia-aineiston kannalta nojaudumme tässä luvussa etupäässä Wiedemannin teokseen »Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus», 2 B-de, in 3 Abt., 2. Auflage. Braunschweig, 1872—1874.*

Aikakauslehdessä »Nature», kesäkuun 15. päivältä 1882, viitataan tähän »ihastuttavaan tutkimukseen, joka nyt julkaistavassa muodossa, sähköstaatiikalla lisättyinä, tulee olemaan olemassaolevista olivallisin sähköä koskeva kokeellinen tutkimus».**

millainen ero onkaan vielä tänä päivänä kum-
mankin alan välillä! Nimenomaan Daltonin suo-
rittaman atomipainojen keksimisen ansiosta ke-
miassa vallitsee järjestys ja suhteellinen var-
muus kerran saavutetusta sekä käydään mil-
tei suunnitelmallisesti vielä valloittamattoman
alueen kimppuun tavalla, joka on verrattavissa
linnoituksen säännölliseen piiritykseen. Sähköop-
pia rasittaa vanhojen, epävarmojen kokeiden pai-
nolasti, kun niitä ei ole saatu lopullisesti vah-
vistetuksi eikä kumotuksi; epävarma hapuilu
pimeässä, yhteenkytkeytymättömät tutkimus- ja
kokeilutyöt, joita suorittavat useat erilliset yk-
silöt, jotka käyvät tuntemattoman alan kimp-
puun hajanaisina kuin ratsastava paimentolais-
parvi. Mutta varmaankin sähköön alalla on vielä
tehtävissä Daltonin keksinnön kaltainen keksin-
tö, joka luo koko tietelle keskipisteen ja tut-
kimustyölle lujan pohjan. Oleellista on tämä
nykyisen sähköopin pirstaleinen tila, joka tekee
vielä mahdottomaksi kokoavan teorian laatimi-
sen ja josta pääasiassa johtuu, että tällä alalla
hallitsee yksipuolinen empiria, se empiria, joka
kieltää itseltään mikäli suinkin mahdollista ajat-
telun ja jossa juuri siksi ajatellaan väärin eikä
myöskään kyetä seuraamaan totuudenmukaisesti
tosiseikkoja tai edes tekemään selkoa niistä to-
denmukaisesti ja jossa siis muututaan todellisen
empirian vastakohtaksi.

Kun ylipäänsä niille herroille luonnontutki-
joille, jotka eivät ole löytäneet riittävän paha-
sanottavaa saksalaisen luonnonfilosofian hul-
luista apriorisista järkeilyistä, on suositeltava
luettavaksi empiirisen koulukunnan teoreettis-
fysikaalisia kirjoituksia, eikä vain senaikaisia,
vaan myöhempiäkin, niin tämä pitää aivan eri-
koisesti paikkansa sähköopista. Ottakaamme eräs
kirjoitus vuodelta 1840, Thomas Thomsonin »An

Outline of the Sciences of Heat and Electricity». Vanha Thomsonhan oli aikanaan auktoriteetti; lisäksi hänellä oli jo käytettävissään sängen huomattava osa tähänastisista suurimman sähköntuntijan Faradayn töistä. Ja kuitenkin hänen kirjansa sisältää ainakin yhtä hulluja asioita kuin paljon aikaisemman Hegelin luonnonfilosofian asianomainen osa. Sähkökipinän kuvaus esim. voisi olla käännetty Hegeliltä suoraan vastaavasta kohdasta. Molemmissa luetellaan kaikki ihmeellisyydet, jotka kipinästä ennen sen todellisten ominaisuuksien ja moninaisten erojen tiedostamista oli löydetty ja jotka nyt ovat enimmäkseen osoittautuneet erikoistapauksiksi tai erehdyksiksi. Enemmänkin. Sivulla 416 Thomson kertoo täysin tosissaan Dessaignesin uskottomia juttuja, joiden mukaan lasi, hartsi, silkki ym. tulevat ilmapuntarin noustessa ja lämpömittarin laskiessa elohopeaan upotettaessa negatiivisesti sähköisiksi, ilmapuntarin laskiessa ja lämpömittarin noustessa taas positiivisesti; että kulta ja monet muut metallit tulevat kesällä lämmitettäessä positiivisiksi ja jäädytettäessä negatiivisiksi, talvella taas päinvastoin; että ilmapuntarin ollessa korkealla ja pohjoisesta tuullessa ne ovat voimakkaasti sähköisiä, positiivisesti lämpötilan noustessa ja negatiivisesti laskiessa jne. Se tosiseikkojen käsittelystä. Mitä tulee aprioriseen järkeilyyn, niin Thomson tarjoilee parhaaksemme seuraavanlaisen sähkökipinän rakennelman, joka ei ole keltään vähäisemmältä peräisin kuin itse Faradaylta:

»Kipinä on useiden eristehiukkasten polaroituneen induktiotalan purkautumista tai heikkenemistä muutamien harvojen eristehiukkasten omalaatuisen toiminnan välityksellä, hiukkasten, jotka mahtuvat pieneen ja rajoittuneeseen tilaan. Faraday olettaa, että ne harvat hiukkaset, joissa purkaus tapahtuu, eivät ainoastaan työnnä toisistaan erilleen, vaan ne myös asettuvat ti-

lapäisesti omalaatuiseen, hyvin aktiiviseen (highly exalted) tilaan; se merkitsee, että kaikki niitä ympäröivät voimat käyvät vuorotellen niiden kimppuun ja ne asetetaan täten tilaa vastaavasti intensiteettiin, joka on ehkä verrattavissa kemiallisesti yhdistyvien atomien tilan intensiteettiin; että ne sitten purkavat nuo voimat samankaltaisesti kuin atomit omansa, tavalla, jota me emme vielä tunne, ja sitten kaikki päättyy (and so the end of the whole). Lopullinen vaikutus on täsmällisesti sama kuin jos metallihiukkanen olisi astunut purkautuvan hiukkasen tilalle, eikä näytä mahdottomalta, että toimintaperiaatteet osoittautuvat vielä joskus kummasakin tapauksessa identtisiksi.»⁹⁹ »Olen esittänyt», Thomson jatkaa, »tämän Faradayn selityksen hänen omilla sanoillaan, koska en ymmärrä sitä selvästi.»

Niin kai käy muidenkin, aivan samalla tavoin, kun he lukevat Hegeliltä, että sähkökipinässä »ei jännittyneen kappaleen erikoinen aineistuma vielä sisälly prosessiin, vaan se on siinä vain alkeellisesti ja sielunomaisesti määräytyneenä» ja että sähkö on »kappaleen omaa kiukkuja, oma kuohahdus», sen »kiukkuinen Itse», joka »astuu esiin jokaisessa kappaleessa, kun sitä ärsytetään.» (»Naturphilosophie», § 324, Lisäys.)¹⁰⁰ Ja kuitenkin perusajatus Hegelillä ja Faradaylla on sama. Kumpikin rimpuilee sitä käsitystä vastaan, että sähkö ei muka olisi materian tila, vaan omaa erillistä materiaansa. Ja koska sähkö ilmeisesti esiintyy kipinässä itsenäisenä, vapaana, kaikesta vieraasta materiaalisesta substraatista erittyneenä ja lisäksi aistein havaittavana, he päätyvät tieteen silloisessa tilassa välttämättömyyteen, että kipinä on käsitettävä kaikesta materiasta hetkeksi vapautuneen »voiman» ohimeneväksi ilmenemismuodoksi. Meille tosin arvoitus on ratkennut siitä alkaen, kun tiedämme, että kipinäpurkauksessa metallielektrodien välillä todellakin hypähtää »metallisia hiukkasia», ja siis »jännittyneen kappaleen erikoinen aineistuma» itse asiassa »sisältyy prosessiin».

Samoin kuin lämpö ja valo myös sähkö ja magnetismi käsitettiin tunnetusti alussa erikokoiksi imponderabiilioiksi, painottomiksi materiaiksi. Sähkön osalta tultiin tunnetusti pian siihen, että kuviteltiin kaksi vastakkaista materiaa, kaksi »fluidumia», positiivinen ja negatiivinen, jotka neutraloivat normaalitilassa toisensa, kunnes joutuvat toisistaan erilleen niin sanotun »sähköisen erotusvoiman» vaikutuksesta. Silloin voitaisiin varata sähköllä kaksi kappaletta, toinen positiivisella ja toinen negatiivisella; yhdistettäessä molemmat kolmannella, johtavalla kappaleella tapahtuisi sitten jännitteiden tasaantuminen olosuhteiden mukaan joko äkillisesti taikka kestävän virran välityksellä. Äkillinen tasaantuminen näytti sangen yksinkertaiselta ja selvältä, mutta virta tuotti vaikeuksia. Sitä yksinkertaisinta olettamusta vastaan, että virrassa liikkuisi kulloinkin joko pelkästään positiivista taikka pelkästään negatiivista sähköä, Fechner ja perinpohjaisemmin kehitettynä Weber asettivat käsityksen, että suljetussa piirissä virtaa kulloinkin kaksi yhtäsuurta, vastakkaissuuntaista positiivisesti ja negatiivisesti sähköistä virtaa rinnakkain kanavissa, jotka sijaitsevat kappaleen ponderabiiliain molekyylien välissä. Tätä teoriaa laajasti matemaattisesti muokkaamalla Weber päätyy lopulta kertomaan suurella $\frac{1}{r}$ jonkin, tässä yhteydessä saman tekevää minkä, funktion, mikä $\frac{1}{r}$ merkitsee sähköyksikön suhdetta milligrammaan* (Wiedemann, »Lehre vom Galvanismus etc.», 2. Aufl., III, S. 569). Suhde painomittaan voi tietysti olla vain painosuhte. Niin suuresti yksipuolinen empiria oli vieroitannut laskemista ajattelusta, että se antaa tässä

* Kursivointi Engelsin. Toim.

imponderabiilian, painottoman sähköön muodostua ponderabiiliaksi, painolliseksi ja sisällyttää sen painon matemaattiseen laskuun.

Weberin johtamat kaavat olivat tyydyttäviä vain tietyissä rajoissa, ja niinpä Helmholtz on vielä muutama vuosi sitten laskenut näihin kaavoihin perustuen tuloksia, joissa joudutaan ristiriitaan energian säilymisen lain kanssa. Vastakkaissuuntaista kaksoisvirtaa koskevaa Weberin olettamusta vastaan asetti C. Neumann 1871 toisen, jonka mukaan vain toinen kummastakin sähköstä, esimerkiksi positiivinen, liikkuu virrassa, mutta toinen, negatiivinen olisi kiinteästi yhdistynyt kappaleen massaan. Wiedemannilla liittyy tähän huomautus:

»Tämä voitaisiin yhdistää Weberin olettamukseen, jos lisättäisiin Weberin edellyttämään vastakkaisiin suuntiin virtaavien sähköisten massojen $\pm \frac{1}{2} e$ kaksoisvirtaan vielä ulospäin tehoton *neutraalin sähköön virta**, joka kuljettaisi mukanaan sähkömääriä $\pm \frac{1}{2} e$ positiivisen virran suunnassa.» (III, s. 577.)

Yksipuolinen empiria lyö leimansa tähän lauseeseen. Jotta ylipäänsä saataisiin sähkö virtaamaan, se hajotetaan positiiviseen ja negatiiviseen. Mutta kaikki yritykset selittää virta näillä kummallakin materiaalilla kohtaavat vaikeuksia: sekä olettamus, että kulloinkin on olemassa vain yksi virta, että se, että kumpikin virtaa samanaikaisesti toistaan vastaan, ja lopuksi myös kolmas olettamus, jonka mukaan toinen virtaa ja toinen on levossa. Jos pysähdymme tähän viimeiseen olettamukseen, niin miten selitämme selittämättömän käsityksen, että negatiivinen sähkö, joka on toki melko liikkuvaa sähkökoneessa

* Kursivointi Engelsin. Toim.

ja Leydenin pullossa, olisi virrassa sidottuna lujasti kappaleen massaan? Aivan yksinkertaisesti. Annamme lankaa myöten oikealle virtaavan positiivisen virran $+e$ ja vasemmalle virtaavan negatiivisen virran $-e$ ohessa vielä kolmannenkin, neutraalin sähkövirran $\pm \frac{1}{2} e$ virrata oikealle. Ensiksi oletamme, että kummankin sähköön voidakseen ylipäänsä virrata on oltava erillään toisistaan; ja voidaksemme selittää erillisten sähköjen virratessa esiintyvät ilmiöt, oletamme, että ne voivat virrata myös erottamattomina. Selittääksemme tietyn ilmiön asetamme ensin edellytyksen ja ensimmäisen vaikeuden kohdatessamme asetamme toisen edellytyksen, joka suorastaan kumoaa ensimmäisen. Millaista tulisikaan olla filosofian, jota näillä herroilla olisi oikeus valittaa huonoksi.

Sähköän aineellisuuskäsityksen rinnalle astui kuitenkin pian toinenkin, jonka mukaan se käsitettiin pelkästään kappaleen tilaksi, »voimaksi» eli, kuten nykyisin sanoisimme, liikkeen erityiseksi muodoksi. Huomasimme edellä, että Hegelillä ja myöhemmin Faradaylla oli tämä käsitys. Lämmön mekaanisen ekvivalentin keksimisen syrjäytettyä lopullisesti kuvitelman erityisestä »lämpöaineesta» ja todistettua lämmön molekyyliiikkeeksi seuraavana askeleena oli käsitellä sähköä niin ikään uudella menetelmällä ja yrittää määrätä sen mekaaninen ekvivalentti. Tämä onnistuikin täysin. Nimenomaan Joulen, Favren ja Raoultin kokeiden perusteella määrättiin paitsi galvaanisen virran niin kutsutun »sähkömotorisen voiman» mekaaninen ja terminen ekvivalentti myös sen ja sähköparissa tai elektrolyysissä tapahtuvassa kemiallisessa prosessissa vapautuneen tai kulutetun energian täydellinen vastaavuus. Olettamus, että sähkö olisi

erikoista aineellista nestettä, fluidumia, kävi täten entistä kestävämmäksi.

Sähkön ja lämmön välinen analogia ei kuitenkaan ollut täydellinen. Galvaaninen virta erosi yhä vielä sangen oleellisissa kohdin lämmön johtumisesta. Ei vielä kukaan voitu sanoa, *mikä* sitten liikkui sähköisesti virittyneissä kappaleissa. Olettamus pelkästä molekyylivärähtelystä, kuten lämmössä, osoittautui epätydyttäväksi. Ottaen huomioon, että sähkön liikkumisnopeus ylittää valon nopeuden¹⁶¹, oli vaikeata päästä eroon kuvitelmasta, että tässä liikkuu jotakin aineellista kappaleen molekyylien välissä. Tässä esiintyvät kylläkin Clerk Maxwellin (1864), Hankelin (1865), Reynardin (1870) ja Edlundin (1872) uusimmat teoriat yhdenmukaisina sen Faradayn jo 1846 ensiksi arviokaupalla lausuman oletuksen kanssa, että sähkö olisi sellaisen koko avaruuden ja siten myös kaikki kappaleet läpäisevän kimmoisen väliaineen liikettä, jonka diskreetit hiukkaset työntävät toisiaan luotaan etäisyyden neliöön kääntäen verrannollisuuden lain mukaan, siis toisin sanoen eetterihiukkasten liikettä, ja että kappaleen molekyylit osallistuvat tähän liikkeeseen. Tämän liikkeen laadusta ovat eri teoriat eri mieltä; uusimpiin pyörreliikettä koskeviin tutkimuksiin nojaten selittävät Maxwellin, Hankelin ja Reynardin teoriat sen eri tavoin myös pyörteistä. Siten pääsevät vanhan Descartesin pyörteet aina uusilla aloilla jälleen kunniaan. Pidätymme käymästä lähemmin näiden teorioiden yksityiskohtiin. Ne poikkeavat toisistaan suuresti ja joutuvat varmasti kokemaan vielä monia mullistuksia. Mutta niiden yhteisessä peruskatsomuksessa näyttää piilevän ratkaiseva edistysaskel: sähkö on kaiken painollisen materian läpäisevän valoetterin hiukkasten liikettä, joka vaikuttaa

takaisin kappaleen molekyyliin. Tämä käsitys sovittaa molemmat aikaisemmat. Niiden mukaanhan sähköisissä ilmiöissä liikkuu jotakin aineellista, painollisesta materiasta eroavaa. Mutta tämä aineellinen ei ole itse sähkö, joka pikemminkin osoittautuu itse asiassa liikkeen joksikin muodoksi, vaikkakaan ei painollisen materian suoranaisen, välittömän liikkeen muodoksi. Eetteriteorian osoittaessa toisaalta tien, jota kulkien päästään eroon alkukantaisen kömpelöstä kahden vastakkaisen sähköisen fluidumin käsityksestä, niin toisaalta se herättää toiveen saada selvitetyksi, *mikä* on sähköisen liikkeen varsinainen aineellinen olemus, *mikä* on se olio, jonka liike saa aikaan sähköilmiöt.

Yksi ratkaiseva menestys on eetteriteorialla jo ollut. Tunnetusti on ainakin yksi yksityiskohta, missä sähkö muuttaa valon liikettä suoranaisesti: se kiertää tämän polarisaatiotasoa. Yllä mainittuun teoriaansa nojautuen Clerk Maxwell laskee, että kappaleen ominaisdielektrisyysvakio on yhtä kuin sen valontaitekertoimen neliö. Sittemmin Boltzmann on tutkinut dielektrisyysvakioitaan useita eristeitä ja havainnut, että rikillä, hartsilla ja parafiinilla tämän vakion neliöjuuret olivat yhtä kuin niiden valontaitekerroin. Suurin poikkeama — rikillä — teki vain 4%. Siten on siis erityisesti Maxwellin eetteriteoria saanut kokeellisen vahvistuksen.

Kuitenkin tulee kestävään hyvän aikaa ja maksamaan paljon työtä ennen kuin uudet koesarjat ovat paljastaneet näiden keskenään ristiriitaisten hypoteesien kuoren alta lujan rungon. Siihen saakka tai kunnes eetteriteoriankin sysää syrjään jokin aivan uusi, oppi sähköstä on siinä epämukavassa asemassa, että sen on käytettävä ilmaisutapaa, jonka se itse myöntää vääräksi. Sen koko terminologia nojaa edelleen-

kin kahta sähkönestettä koskevaan käsitykseen. Se puhuu vielä aivan ujostelematta »kappaleissa virtaavista sähkömassoista», »sähköjen erottumisesta jokaisessa molekyylissä» jne. Tämä on epäkohta, joka seuraa, kuten sanottu, suurimaksi osaksi väistämättömästi tieteen nykyisestä ylimenovaiheesta, mutta joka edistää myös juuri tällä tutkimuksen alalla vallitsevan yksipuolisen empirian ohessa aika paljon tähänastisen ajatussotkun säilymistä.

Niin sanotun staattisen eli kitkasähkön ja dynaamisen sähkön eli galvanismin vastakohtaa voidaan nykyisin kai pitää välitettynä sen jälkeen, kun on opittu saamaan staattisella sähkökoneella aikaan kestäviä virtoja ja päinvastoin tuottamaan galvaanisen virran välityksellä ns. staattista sähköä, varaamaan Leyden-pulloja jne. Jätämme tässä staattisen sähkön koskettelematta ja samoin nykyisin niin ikään sähkön alalajiksi havaitun magnetismin. Näihin kuuluvien ilmiöiden teoreettinen selitys on joka tapauksessa oleva etsittävässä galvaanisen virran teoriasta, ja siksi pitäydymme etupäässä siinä.

Kestävä virta voidaan saada monin tavoin. Massan mekaaninen liike saa aikaan *välittömästi* hankauksen avulla ensi sijassa vain staattista sähköä, kestävän virran ainoastaan paljon energiaa tuhlaamalla; tullakseen muutetuksi ainakin suurimmalta osaltaan sähköiseksi liikkeeksi se tarvitsee magnetismin välitystä, kuten tunnetuissa Grammen, Siemensin ym. magneto-sähkökoneissa. Lämpö voi muuttua välittömästi virtaavaksi sähköksi, kuten nimenomaan tapahtuu kahden erilaisen metallin juotoskohdassa. Kemiallisen toiminnan välityksellä vapautunut energia, joka tavallisesti esiintyy lämpönä, muuttuu tietyin edellytyksin sähköiseksi liikkeeksi.

Toisaalta tämä viimeksi mainittu ottaa, mikäli edellytyksiä on, minkä tahansa toisen liikemuodon: massan liikkeen (vähäisessä määrin suoranaisesti vetämällä puoleensa ja työntämällä luotaan sähködynaamisesti, suuremmassa taas magnetismin välityksellä sähkömagneettisissa moottoreissa), lämmön — kaikkialla suljetussa virtapiirissä, ellei sen ohessa tapahdu muita muutoksia; kemiallisen energian — suljettuun virtapiiriin kytketyissä elektrolyysikennoissa ja voltametreissa, missä virta erottaa yhdisteitä, joihin ei toisin keinoin päästä vaikuttamaan.

Kaikissa näissä muutoksissa pätee liikkeen kvantitatiivisen vastaavuuden peruslaki kaikissa käännteissään. Eli kuten Wiedemann sanoo, »voiman säilymisen lain mukaisesti täytyy virran synnyttämiseen jollakin tavalla käytetyn mekaanisen työn vastata virran kaikkien vaikutusten synnyttämiseen käytettyä työtä» [III, s. 472]. Massan liikkeen tai lämmön muuttuessa sähköksi* ei tässä esiinny mitään vaikeuksia: kuten on tullut todistetuksi, ns. »sähkömotorinen voima» on ensimmäisessä tapauksessa yhtä kuin kyseiseen liikkeeseen käytetty työ ja toisessa tapauksessa »lämpöpariketjun jokaisessa juotoskohdassa suoraan verrannollinen sen absoluuttiseen lämpötilaan» (Wiedemann, III, s. 482), so. jälleen jokaisessa juotospaikassa olevaan absoluuttisesti mitattuun lämpö määrään. Sama laki on tosiasiallisesti osoittautunut myös paikansapitäväksi kemiallisesta energiasta kehitettyyn sähköön. Mutta kysymys ei ole niin yksinkertainen, ei ainakaan meidän päiviemme teo-

* Käytän nimitystä »sähkö» sähköisen liikkeen merkityksessä samalla oikeudella kuin käytetään yleistä nimitystä »lämpö» ilmaisemaan liikkeen sitä muotoa, joka ilmaisee itsensä aistellamme lämpönä. Sitäkin vähemmän tämä voi synnyttää vaikeutta, kun jokainen mahdollinen sekaannus sähkön *jännitystilaan* on tässä jo ennalta luettu painokkaasti pois.

rian kannalta. Tarkastelkaamme sen vuoksi tätä tapausta huolellisemmin.

Eräs parhaita koesarjoja galvaanisen patsaan aiheuttamista liikkeen muodonmuutoksista on Favren suorittama (1857—1858).¹⁰² Hän asetti 5-elementtisen Smeen patsaan kalorimetriin; toiseen taas pienen sähkömagneettisen moottorin, jonka pääakseli ja hihnapyörä pisti siitä ulos ja sen sai yhdistää mihin tahansa. Joka kerran kun kehittyi 1 g vetyä tai vastaavasti liukeni 32,6 g sinkkiä (sinkin vanha kemiallinen ekvivalenttipaino, joka on puolet nykyisin hyväksytystä atomipainosta 65,2 ja grammoina ilmaistu) patsaassa, saatiin seuraavat tulokset:

A. Patsas kalorimetrissä oikosuljettuna, moottori poiskytkettynä: lämmönkehitys 18 682—18 674 lämpöyksikköä.

B. Patsas ja moottori kytkettynä piiriksi, mutta moottorin pyöräminen ehkäistynä: lämpöä patsaassa 16 448 ja moottorissa 2219, yhteensä 18 667 lämpöyksikköä.

C. Muuten kuten B, mutta moottori pyöri painoa kuitenkaan nostamatta: lämpöä patsaassa 13 888 ja moottorissa 4769, yhteensä 18 657 lämpöyksikköä.

D. Muuten kuin C, mutta moottori nostaa painoa ja suorittaa tällöin mekaanista työtä = 131,24 kilogrammometriä: lämpöä patsaassa 15 427, moottorissa 2947, yhteensä 18 374 lämpöyksikköä; häviö edelliseen 18 682 verrattuna 308 lämpöyksikköä. Mutta suoritettu 131,24 kilogrammetrin mekaaninen työ tuhannella kerrottuna (jotta kemiallisen tuloksen grammat saataisiin kilogrammoiksi) ja jaettuna lämmön mekaanisella ekvivalentilla = 423,5 kilogrammetrillä¹⁰³, antaa tulokseksi 309 lämpöyksikköä, siis tarkalleen yllä olevan häviön suoritettun mekaanisen työn lämpöekvivalenttina.

Niin muodoin myös sähköisen liikkeen kannalta on tullut sitovasti, väistämättömien virhelähteiden rajoissa, todistetuksi liikkeen vastaavuus kaikissa sen keskinäisissä muutoksissa. Ja samoin on todistettu, ettei galvaanisen ketjun »sähkömotorinen voima» ole muuta kuin sähköksi muutettua kemiallista energiaa eikä itse galvaaninen ketju muuta kuin laite, koneisto, joka muuttaa vapautuneen kemiallisen energian sähköksi samalla tavoin kuin höyrykone siihen viedyn lämmön mekaaniseksi liikkeeksi ilman että kummassakaan tapauksessa muuttava koneisto antaisi itsestään vielä lisäenergiaa.

Tässä syntyy kuitenkin totutun käsitystavan suhteen eräs vaikeus. Tämä käsitystapa antaa ketjulle siinä olevien nesteiden ja metallien välisten kosketussuhteiden ansiosta eräänlaisen »sähköisen erotusvoiman», joka on verrannollinen sähkömotoriseen voimaan ja edustaa siis annetun ketjun kannalta tiettyä energiamäärää. Miten sitten suhtautuu tämä energialähde, joka totutun käsitystavan mukaan sisältyy ketjuun sinänsä ilman kemiallista toimintaakin, miten suhtautuu tämä sähköinen erotusvoima kemiallisen toiminnan välityksellä vapautuneeseen energiaan? Ja jos se on viimeksi mainitusta riippumaton energialähde, mistä on peräisin sen antama energia?

Enemmän tai vähemmän epäselvässä muodossa tämä asia muodostaa kiistakysymyksen Voltan alullepaneman kosketusteorian ja kohta tämän jälkeen syntyneen galvaanisen virran kemiallisen teorian välillä.

Kosketusteoriassa selitetään virran olemassaolo sähköjännitteistä, jotka syntyvät ketjussa metallien koskettaessa yhtä tai useampaa nestettä tai vain nesteiden koskettaessa toisiaan, ja niiden tasoittumisesta tai vastaavasti siten vir-

tapiirissä erottuneiden sähköjen tasoittumisesta. Tällöin esiintyvät kemialliset muutokset olivat puhtaalle kosketusteorialle vallan toissijaisia. Ritter sitä vastoin väitti jo 1805, että virta voi muodostua vain silloin, jos elektrodit ovat vaikuttaneet toisiinsa kemiallisesti jo *ennen* virtapiirin sulkemista. Yleisen yhteenvedon tekee Wiedemann (I, s. 784) tästä vanhemmasta kemiallisesta teoriasta siten, että sen mukaan niin sanottu kosketussähkö

»esiintyy vain silloin, kun samalla pääsee toimimaan toisiaan koskettavien kappaleiden todellinen kemiallinen vaikutus tai ainakin kemiallisen tasapainon häiriö, jonka tosin ei tarvitse olla kytkeytyneet kemiallisiin prosesseihin, kappaleiden välinen 'kemiallisen vaikutuksen tendenssi'».

Tästä näkyy, että kumpikin osapuoli asetti kysymyksen virran energialähteestä ainoastaan aivan epäsuorasti, ja tuskin asia siihen aikaan olisi voinut muuten ollakaan. Volta ja hänen seuraajansa pitivät asiaa sillä täysin järjestettynä, että pelkkä crisyntyisten kappaleiden kosketus voi muka synnyttää kestävän virran, suorittaa siis tietyn työn ilman vastasuoritusta. Ritter ja hänen kannattajansa ovat yhtä vähän selvillä siitä, miten kemiallinen toiminta antaa ketjulle kyvyn aikaansaada virran ja sen työsuorituksen. Mutta vaikka kemian teoriaa silmällä pitäen tämä kohta on tullut selvitettyksi Joulen, Favren, Raoultin ynnä muiden toimesta jo aikaa sitten, niin päinvastoin on asia kosketusteoriassa. Mikäli se on säilynyt, se on yhä edelleen olennaisissa kohdissaan pisteessä, josta se on lähtenyt. Nykyisessä sähköopissa elävät yhä edelleen käsitykset, jotka kuuluvat kauan sitten ylielettyyn aikaan, jolloin oli oltava tyytyväinen, jos kykeni ilmoittamaan mille tahansa vaikutukselle lähinnä parhaan, pinnallisena esiin-

tyvän, näennäisen syyn, yhdentekevää sitten, vaikka antoi liikkeen tällöin syntyä tyhjästä, ts. yhä elävät käsitykset, jotka ovat suoranaissessa ristiriidassa energian säilymisen lain kanssa. Ja kun sitten näiltä käsityksiltä riistetään niiden epäilyttävimmät puolet, niitä heikennetään, vesitetään, kuohitaan ja kaunistellaan, se ei paranna asiaa: sekaannuksen täytyy tulla sitäkin pahemmaksi.

Kuten olemme nähneet, itse vanhempi kemiallinen virtateoria selittää ketjun kosketussuhteet aivan välttämättömiksi virran kehittymiselle; se väittää vain, etteivät nämä kosketukset milloinkaan saa aikaan kestäväää virtaa ilman samanaikaista kemiallista toimintaa. Nykyisinkin on vielä itsestään selvää, että juuri ketjun kosketuslaitteet luovat koneiston, jolla vapautettu kemiallinen energia muutetaan sähköksi, ja että olennaisesti riippuu näistä kosketuslaitteista, muuttuuko ja miten paljon kemiallista energiaa sähköiseksi liikkeeksi.

Yksipuolisena empiirikkona Wiedemann yrittää pelastaa vanhasta kosketusteoriasta mitä pelastettavissa on. Seuratkaamme hänen yrittystään.

»Vaikka kemiallisesti tehottomien kappaleiden, esim. metallien, kosketuksen vaikutus», Wiedemann sanoo (I, s. 799), »toisin kuin kyllä ennen luultiin, *ei ole tarpeen pylväiden teorialle** eikä myöskään ole tullut todistetuksi sillä, että *Ohm* johti siitä lakinsa, mikä on ilman tätä olettamustakin todistettavissa, ja että *Fechner*, joka hankki kokeellisen vahvistuksen tälle laille, puolusti niin ikään kosketusteoriaa, niin ei kuitenkaan voitaisi kiistää sähköä herättämistä *metallikosketuksen** välityksellä ainakaan nyt tunnettujen kokeiden jälkeen, siinäkin tapauksessa, että määrällisesti saataviin tuloksiin liittyy aina tässä suhteessa väistämätön epävarmuus, koska on mahdotonta pitää toisiaan koskettavien kappaleiden pintoja absoluuttisen puhtaina.»

* Kursivointi Engelsin. Toim.

Näemme, miten kosketusteoriasta on tullut varsin vaatimaton. Se myöntää, ettei se ole lainkaan tarpeen virran selittämiseen ja ettei sitä ole todistanut Ohm teoreettisesti eikä liioin Fechner kokeellisesti. Se vieläpä myöntää, että ns. peruskokeet, joihin se enää yksin voi nojata, voivat tuottaa määrällisesti aina vain epävarmoja tuloksia. Loppujen lopuksi se vaatii meiltä vielä vain tunnustuksen, että ylipäänsä kosketuksen avulla — joskin vain *metallien!* — tapahtuu sähköön liikettä.

Jos kosketusteoria jäisi tähän, sitä vastaan ei olisi sanaakaan esitettävänä. Että kahden metallin koskettaessa toisiaan esiintyy sähköisiä ilmiöitä, joiden vaikutuksesta voi saada preparoidun sammakonraajan nytkähtämään, varata elektroskoopin ja aikaansaada muita liikkeitä, sehän kai myönnetään ehdottomasti. Kysytään ainoastaan: mistä on peräisin tähän tarvittava energia?

Tähän kysymykseen vastataksemme esitämme Wiedemannin mukaan (I, s. 14)

»*suurin piirtein seuraavanlaiset** ajatukset. Jos heterogeeniset metallilevyt *A* ja *B* asetetaan lähekkäin vähäisen etäisyyden päähän toisistaan, niin ne vetävät toisiaan puoleensa adheesivoimien vaikutuksesta. Toisiaan koskettaessa ne menettävät tämän vedon vaikutuksesta saamansa liikkeen elävän voiman. (Jos oletamme metallien molekyylien olevan pysyvässä värähdysliikkeessä, niin *saattaisi** heterogeenisten metallien kosketuskohdassa epätahdissa värähtelevien molekyylien koskettaessa toisiaan ilmetä myös muutos niiden värähtelyssä elävän voiman menetyksen seurattessa tästä.) Menetty elävä voima muuttuu *suurimmalta osaltaan** lämmöksi. *Pieni osa** sitä kuitenkin käytetään jakamaan aikaisemmin erottumattomat sähköt toisiin. Kuten jo edellä olemme maininneet, lähekkäin viedyt kappaleet varautuvat yhtäläisillä määrillä positiivista ja negatiivista sähköä *kenties** kumpaankin sähköön kohdistuvan erilaisen vetovoiman seurauksena.»

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

Kosketusteorian vaatimattomuus käy yhä suu-remmaksi. Ensiksi tunnustetaan, että valtavalla sähköisellä erotusvoimalla, jolla sittemmin on suoritettavanaan jättiläismäinen työ, ei itses-ään ole omaa energiaa ja ettei se voi vaikuttaa, ellei se saa ulkoa energiaa. Ja sitten sille osoite-taan kääpiömäistäkin pienempi energialähde, ad-heesion elävä voima, joka alkaa vaikuttaa vasta tuskin mitattavissa olevissa etäisyyksissä ja suo kappaleille mahdollisuuden liikkua tuskin mi-tattavan matkan. Mutta samantapa tekevää: se on kiistatta olemassa ja yhtä kiistattomasti se hä-viää kosketuksen tapahtuessa. Mutta tämä pienen pienikin lähde antaa vielä liian paljon energiaa meidän tarkoitukseemme: *suuri* osa muuttuu läm-möksi ja vain *pieni* osa on tarkoitettu aikaansaa-maan sähköisen erotusvoiman. Vaikkakin tun-netusti luonnossa esiintyy kylliksi tapauksia, joissa äärimmäisen vähäiset sysäykset saavat aikaan äärimmäisen voimakkaita vaikutuksia, näyttää Wiedemannista kuitenkin itsestään tun-tuvan, että hänen tuskin enää tiheä energia-lähteensä vain vaivoin riittää, ja hän etsii mah-dollista toista lähdettä olettamuksesta, että kum-mankin metallin molekyylivärähtelyt interfe-roivat kosketuspinnossa. Puuttumatta muihin vaikeuksiin, joita tässä kohtaamme, Grove ja Gassiot ovat todistaneet, ettei sähköä herättä-miseen ole laisinkaan todellinen kosketus edes tarpeen, kuten meille Wiedemann sivua aikai-semmin itse kertoo. Lyhyesti sanoen sähköisen erotusvoiman energialähde ehtyy yhä olemat-tomammaksi, mitä kauemmin me sitä tarkaste-lemme.

Ja kuitenkin emme tähän mennessä tunne mi-tään muuta lähdettä sähköä herätykseen metallien koskettaessa toisiaan. Naumannin mukaan («All-gemeine und physikalische Chemie», Heidelberg,

1877, S. 675) »kosketussähkömotoriset voimat muuttavat lämpöä sähköksi»; hän pitää »sellaista olettamusta luonnollisena, että näiden voimien kyky aikaansaada sähköistä liikettä pohjautuu käsillä olevaan lämpö määrään eli, toisin sanoen, on lämpötilan funktio», minkä myös Le Roux on kokeellisesti todistanut. Tässäkin asiassa liikumme täysin hämärässä. Metallien jännitesarjan laki kieltää meitä turvautumasta uudelleen niihin kemiallisiin ilmiöihin, joita tapahtuu pienessä määrin herkeämättä meille miltei havaitsemattoman, ilman ja epäpuhtaan veden muodostaman ohuen kerroksen peittämissä kosketuspintoissa, ts. se kieltää selittämästä sähkönsyntymistä kosketuspintojen välissä olevan näkymättömän, aktiivisen elektrolyytin avulla. Elektrolyytin pitäisi synnyttää suljettuun piiriin kestävä virta: pelkän metallikosketuksen sähkö päinvastoin häviää heti, kun piiri suljetaan. Ja tässä tulemmekin varsinaiseen solmukohtaan: tekeekö ja miten tämä itse Wiedemannin aluksi metalleihin rajoittama, ilman vierasta energianlisäystä työkyvyttömäksi selittävä ja sittemmin yksinomaan todella mikroskooppiselle energialähteelle osoittama, kemiallisesti tehottomien kappaleiden kosketuksen aiheuttama »sähköinen erotusvoima» mahdolliseksi kestävän virran muodostumisen.

Jännitesarja järjestää metallit siten, että jokainen suhtautuu edellä olevaan sähköisen negatiivisesti ja seuraavaan sähköisen positiivisesti. Jos siis panemme tässä järjestyksessä vierekkäin riviin toisiaan koskettavia metallipalasia, sanokaamme sinkkiä, tinaa, rautaa, kuparia ja platinaa, niin voimme saada kummassakin päässä sähköisiä jännitteitä. Jos taas järjestämme rivin metalleja suljetuksi piiriksi siten, että myös sinkki ja platina koskettavat toisiaan, niin jän-

nite tasoittuu heti ja häviää. »Jännitesarjaan kuuluvien kappaleiden muodostamassa suljetussa piirissä ei siis kestävän sähkövirtauksen syntyminen ole mahdollinen.» [I, s. 45.]

Tätä teesiä Wiedemann vahvistaa vielä seuraavalla teoreettisella pohdiskelulla:

»Itse asiassa, jos piirissä esiintyisi kestävä sähkövirta, sen välityksellä synnyttäisiin itse metallijohtimissa lämpöä, joka kumottaisiin korkeintaan metallien kosketuskohdissa tapahtuvalla jäähtymisellä. Se saisi kuitenkin aikaan lämmön epätasaisen jakaantumisen; virran avulla voitaisiin myös ilman ulkoapäin tulevaa täydennystä käyttää jatkuvasti sähkömagneettista mootoria ja suorittaa siten työtä, mikä on mahdotonta, koska metallien ollessa kiinteästi yhdistettyinä, sanokaamme juottamalla, ei kosketuskohdissakaan voisi tapahtua muutoksia, jotka kompensoivat tämän työn.» [I, ss. 44—45.]

Eikä ole kylliksi teoreettinen ja kokeellinen todistus, että metallien kosketussähkö ei yksinään voi synnyttää virtaa. Saamme myös nähdä, miten Wiedemann katsoo, että hänen on pakko esittää erikoinen oletamus poistaakseen sen vaikutuksen sieltäkin, missä se saattaisi ilmaantua virran muodossa.

Yrittäkäämme toista tietä päästä kosketussähköstä virtaan. Kuvitelkaamme Wiedemannin kanssa yhdessä

»kahta metallia, sanokaamme sinkki- ja kuparisauvaa, jotka on juotettu päistään toisiinsa ja vapaista päistään yhdistetty kolmannella kappaleella, joka ei vaikuta kumpaankaan metalliin sähkömotorisesti, vaan ainoastaan johtaa niiden pinnalle kerääntyneitä erinimisiä sähköjä niin, että ne tasoittuvat siinä. Tässä tapauksessa sähköinen erotusvoima tulisi silloin alinomaa synnyttämään uudelleen aiemman jännite-eron ja niin piirissä syntyisi kestävä sähkövirta, joka saattaisi suorittaa työtä ilman minkäänlaista korvausta, mikä on jälleen mahdotonta. Ei siis voi olla olemassa kappaletta, joka toimimatta sähkömotorisesti toisia kappaleita kohtaan johtaisi vain sähköä.» [I, s. 45.]

Emme ole päässeet pitemmälle kuin aikaisemminkaan: mahdollisuus luoda liikettä sulkee meiltä jälleen tien. Kemiallisesti tehottomien kappaleiden kosketuksella, siis varsinaisella kosketussähköllä emme saa koskaan virtaa aikaan. Kääntykäämme siis vielä kerran takaisin ja yrittäkäämme kolmatta tietä, jonka Wiedemann meille näyttää:

»Upottakaamme vihdoin sinkki- ja kuparilevy nesteeseen, joka sisältää niin sanottua *binääristä* yhdistettä ja joka siis voi hajota kahteen kemiallisesti erilaiseen osaan, mitkä kyllästävät toisensa täysin, esim. laimennettuun kloorivetyhappoon ($H + Cl$) jne. Tässä tapauksessa sinkki varautuu negatiivisesti 27. § mukaisesti ja kupari positiivisesti. Yhdistettäessä metallit nämä sähköt tasoittuvat kosketuskohdan kautta, jonka lävitse kulkee *siis positiivisen sähköön virta** kuparista sinkkiin. Koska viimeksi mainittujen metallien kosketuksessa ilmenevä sähköinen erotusvoima *ajaa samaan suuntaan** positiivista sähköä, *elvät** sähköisten erotusvoimien vaikutukset kumoa toisiaan kuten suljetussa metallisessa piirissä. Syntyy *siis kestävä positiivisen sähköön virta**, joka kulkee suljetussa piirissä kuparista sen ja sinkin kosketuskohdan lävitse viimeksi mainittuun sekä nesteen lävitse sinkistä kupariin. Palaamme kohta (§ 34 ja seur.) siihen, missä määrin toisiinsa kytketyt erilliset sähköiset erotusvoimat *todella** vaikuttavat tämän virran muodostumiseen. — Sellaista johteiden yhdistelyä, joka aikaansaa tuollaisen galvaanisen virran, nimitämme galvaaniseksi pariiksi ja myös galvaaniseksi ketjuksi.» (I, s. 45.)

Siis ihme on tapahtunut. Pelkästään kosketuksen sähköisen erotusvoiman avulla, joka itse Wiedemannin mukaan ei voi vaikuttaa saamatta energiatäydennystä ulkoa, on tässä tuotettu kestävä virta. Ja jos meille ei hänen selityksensä lisäksi olisi tarjolla muuta kuin ylläoleva kohta Wiedemannilta, niin asia jäisi todellakin täydeksi ihmeeksi. Mitä opimme tässä tuosta ilmiöstä?

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

1. Kun sinkki ja kupari kastetaan nesteeseen, joka sisältää ns. *binääristä* yhdistettä, sinkki varautuu 27. § mukaan negatiivisesti ja kupari positiivisesti. — Koko § 27:ssä ei kuitenkaan ole sanaakaan mistään binäärisestä yhdisteestä. Siinä kuvataan vain yksinkertainen sinkki- ja kuparilevyistä kokoonpantu Voltan sähköpari, jossa levyjen välissä on *happamaan* nesteeseen kostutettu kangaslevy, ja tutkitaan sitten mitään kemiallisia ilmiöitä mainitsematta tällöin seuraavia kummankin metallin sähköstaattisia varauksia. Ns. *binäärinen* yhdiste tuodaan tässä niin muodoin vaivihkaa keittiönportaita sisään.

2. Mitä tämä binäärinen yhdiste tähän kuuluu, jää salaperäiseksi täysin. Asianlaita, että se »*voi* hajota kahteen kemialliseen osaan, jotka kyllästävät toisensa täysin» (hajottuaan kyllästävät toisensa täysin?!), voisi opettaa meille korkeintaan jotakin uutta, jos se *todella* hajoaisi. Siitä ei meille kuitenkaan sanota sanaakaan, meidän on siis toistaiseksi oletettava, että se *ei* hajoa, kuten esim. parafiinin tapauksessa.

3. Sinkin varauduttua nesteessä negatiivisesti ja kuparin positiivisesti saatamme me ne (nesteen ulkopuolella) kosketukseen keskenään. Kohta »*nämä* sähköt tasoittuvat kosketuskohtien kautta, joiden lävitse *siis* kulkee *positiivisen* sähköän virta kuparista sinkkiin». Emme saa taaskaan tietää, miksi vain »positiivisen» sähköän virta kulkee yhteen suuntaan eikä »negatiivisen» sähköän virta kuljekaakaan vastakkaiseen suuntaan. Emme ylipäänsä saa tietää, mitä negatiivisesta sähköstä tulee, joka toki on tähän asti ollut yhtä välttämätöntä kuin positiivinen: olihan sähköisen erotusvoiman vaikutus nimenomaan sitä, että ne molemmat voitiin vapaasti asettaa vastakkain toisilleen. Nyt se yhtäkkiä tukahdutetaan, pannaan jotenkin pimentoon ja

oletetaan, että näköjään on olemassa vain positiivista sähköä. Sen jälkeen sanotaan s. 51 jälleen peräti päinvastoin, sillä siellä »sähköt yhdistyvät* yhdessä virrassa», siinä virtaa siis sekä negatiivinen että positiivinen! Kuka auttaa meidät tästä sotkusta?

4. »Koska* näiden kahden metallin kosketuksessa ilmenevä sähköinen erotusvoima ajaa samaan suuntaan* positiivista sähköä, eivät sähköisten erotusvoimien vaikutukset kumoa toisiaan kuten suljetussa metallisessa piirissä. Syntyy siis* kestävä virta» jne.

Tämä on aika paksua. Sillä kuten tulemme näkemään, Wiedemann todistaa meille muutamaa sivua myöhemmin (s. 52), että

»kestävän virran muodostumisessa... metallien kosketuskohdan sähköisen erotusvoiman... täytyy olla toimeton»*,

että ei ainoastaan virta ole olemassa, vaikka tämä erotusvoima vaikuttaisikin virran suuntaa vastaan sen sijaan, että ajaisi positiivista sähköä samaan suuntaan, vaan ettei sitä myöskään tässä tapauksessa kompensoi tietty ketjun erotusvoiman osa, se on siis taas kerran toimeton. Miten voi Wiedemann sivulla 45 panna sähköisen erotusvoiman myötävaikuttamaan välttämättömänä tekijänä virranmuodostukseen, kun hän panee sen sivulla 52 kestävän virran kannalta viralta ja vielä lisäksi erityisen, tähän tarkoitukseen esitetyn olettamuksen välityksellä?

5. »Syntyy siis kestävä positiivisen sähkön virta, joka kulkee suljetussa piirissä kuparista sen ja sinkin kosketuskohdan lävitse viimeksi mainittuun sekä nesteeseen lävitse sinkistä kupariin.»

Mutta sellainen kestävä sähkövirta »synnyttäisi itse johtimissa lämpöä» ja »voisi käyttää sähkömagneettista moottoria ja suorittaa siten

* Kursivointi Engelsin. Toim.

työtä», mikä taas on mahdotonta ilman energiatäydennystä. Kun Wiedemann ei ole meille tähän mennessä hiiskahtanutkaan, tapahtuuko ja mistä tuollainen energian täydennys, niin jää kestävä virta edelleenkin yhtä lailla mahdottomaksi asiaksi kuin aikaisemmin tutkituissa kahdessa tapauksessa.

Kukaan ei tajua tätä paremmin kuin Wiedemann. Hän näkeekin siis viisaimmaksi kiiruhuttaa niin nopeasti kuin mahdollista tämän virranmuodostuksen selityksen monien arkaluontoisten kohtien ohitse ja pitää lukijan mielenkiintoa yllä parin sivun pituudelta kaikenlaisin alkeellisin tarinanpoikasin, jotka koskevat tämän yhäti salaperäisen virran termisiä, kemiallisia, magneettisia ja fysiologisia vaikutuksia langeten tällöin poikkeuksellisesti jopa aivan kansanomaiseen äänensävyyn. Sitten hän jatkaa yhtäkkiä (s. 49):

»Nyt meidän on tutkittava, millä tavoin sähköiset erotusvoimat toimivat kahden metallin ja yhden nesteen, esim. sinkin, kuparin ja kloorivedyn muodostamassa suljetussa piirissä.

*Me tiedämme**, että nesteen sisältämän binäärisen yhdisteen (HCl) osat erottuvat virran kulkiessa lävitse sillä tavoin, että toinen (H) vapautuu* kuparilla ja ekvivalentti määrä toista (Cl) sinkillä, *minkä ohessa** viimeksimainittu yhdistyy ekvivalenttiin määrään sinkkiä muodostaen ZnCl.»

Me tiedämme! Jos me tämän tiedämme, emme sitä varmaankaan ole saaneet tietää Wiedemannilta, joka ei ole, kuten olemme huomanneet, hiiskahtanutkaan tähän mennessä tästä ilmiöstä. Ja edelleen, jos me jotakin tästä ilmiöstä tiedämme, niin nimenomaan sen, ettei se voi tapahtua Wiedemannin kuvaamalla tavalla.

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

HCl-molekyylin muodostuessa vetykaasusta ja kloorikaasusta vapautuu 22 000 lämpöyksikön suuruinen energiamäärä (Julius Thomsen).¹⁰¹ Irrottaaksemme jälleen kloorin vety-yhdisteestään täytyy siis jokaista HCl-molekyyliä kohden tuoda ulkoa sama energiamäärä. Mistä ketju ottaa tämän energian? Wiedemannin esitys ei sano meille sitä; tarkastelkaamme siis itse asiaa.

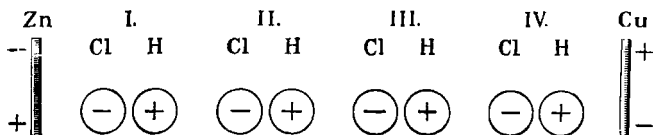
Jos kloori yhdistyy sinkkiin sinkkikloridiksi, vapautuu tällöin huomattavasti suurempi määrä energiaa kuin tarvitaan erottamaan kloori vedystä. (Zn, Cl₂) kehittää 97 210 ja 2 (H, Cl) 44 000 lämpöyksikköä (Julius Thomsen). Ja täten selittyy ketjussa tapahtuva ilmiö. Ei siis ilman muuta, kuten Wiedemann kertoo, vety vapaudu kuparilla ja kloori sinkillä, »minkä ohessa» sitten jälkikäteen ja sattumoisin sinkki ja kloori yhdistyvät. Päinvastoin: sinkin yhdistyminen klooriin on koko prosessin olennainen perusehto, ja mikäli tätä ei tapahdu, saa turhaan odottaa kuparilla vapautettua vetyä.

ZnCl₂-molekyylin muodostuessa vapautuvan energian ylijäämä, jota ei käytetä kahden H-atomien vapauttamiseen kahdesta HCl-molekyylistä, muuttuu ketjussa sähköiseksi liikkeeksi ja saa aikaan koko sen »sähkömotorisen voiman», joka virtapiirissä ilmenee. Ei siis mikään salaperäinen »sähköinen erotusvoima» irrota toisistaan vetyä ja klooria ilman tähän mennessä todettua energialähdettä, vaan nimenomaan ketjussa tapahtuva kemiallinen kokonaisprosessi varustaa suljetun piirin kaikki »sähköiset erotusvoimat» ja »sähkömotoriset voimat» niiden olemassaoloon tarvittavalla energialla.

Todetkaamme siis toistaiseksi, että Wiedemannin *toinen* virtaa koskeva selitys päästää yhtä huonosti pälkähästä kuin hänen ensimmäisensäkin, ja menkäämme eteenpäin tekstissä:

»Tämä prosessi osoittaa, ettei metallien välisen binäärisen yhdisteen käyttäytyminen ole enää pelkästään sen koko massaa vallitsevaa yksiukertaista vetoa kohti toista taikka toista sähköä, kuten metalleissa, vaan että tässä esiintyy vielä erikoinen sen osien välinen vaikutus. Koska Cl-osa eriaa siellä, missä positiivisen sähkön virta tulee nesteceseen ja H-osa siellä, missä negatiivinen sähkö tulee, *me oletamme** kunkin klooriekvivalentin olevan HCl-yhdisteessä varatun tietyllä määrällä negatiivista sähköä, jonka vetovoiman ehtona on saapuva positiivinen sähkö. Se on yhdisteen *sähköisesti negatiivinen osa*. Samoin täytyy H-ekvivalentin olla varattu positiivisella sähköllä ja edustaa yhdisteen sähköisesti positiivista osaa. Nämä varaukset *voisivat** muodostua H:n ja Cl:n yhdistyessä aivan samalla tavoin kuin sinkin ja kuparin koskettaessa toisiaan. Koska yhdiste HCl sinänsä on sähkötön, *meidän on oletettava** vastaavasti, että positiivisen ja negatiivisen osan atomit sisältävät siinä yhtä suuret määrät positiivista ja negatiivista sähköä.

Jos nyt upotetaan laimennettuun kloorivetyhappoon sinkkilevy ja kuparilevy, *voimme päätellä** sinkillä olevan voimakkaamman vetovoiman sen sähköisesti negatiivista osaa (Cl) kohtaan kuin sähköisesti positiivista (H). Sen seurauksena *tulisivat** kloorivetyhapon sinkkiin tapaavat molekyylit kerrostumaan siten, että niiden sähköisesti negatiiviset osat osoittaisivat sinkkiä kohden ja sähköisesti positiiviset kuparia kohden. Sillä tavoin järjestyneiden osien vaikuttaessa sähköisen vetovoimansa ansiosta lähimpiin HCl-molekyyleihin koko molekyylirivi järjestyy sinkki- ja kuparilevyn väliin kuten seuraava kuvio osoittaa:



* Kursivointi Engelsin. Toim.

Jos toinen metalli vaikuttaisi positiiviseen vetyyn samoin kuin sinkki negatiiviseen klooriin, täten edistettäisiin asetalman syntymistä. Jos se vaikuttaisi vastakkaisesti, mutta vain heikommin, ainakin sen suunta jäisi muuttumatta.

Sinkin tuntumassa olevan, sähköisesti negatiivisen Cl:n negatiivisen sähkön induktiovaikutuksen vuoksi sähkö *tulisi** jakaantumaan sinkissä siten, että ne sen kohdat, jotka ovat lähellä lähinnä olevan kloorivetyhappoatomien Cl:ää¹⁰⁶, varautuisivat positiivisesti, etäämpänä ovat negatiivisesti. Samalla tavoin kasaantuisi kuparissa negatiivista sähköä metallin tuntumassa olevan kloorivetyhappoatomien sähköisesti positiivisen osan (H) läheisyyteen ja negatiivinen karkottuisi etäisempiin osiin.

*Tämän jälkeen tulisi** sinkissä oleva positiivinen sähkö yhdistymään lähinnä olevan Cl-atomin negatiiviseen ja jälkimmäinen atomi itse sinkkiin [sähköttömäksi ZnCl:ksi]**. Sähköisesti positiivinen H-atomia, joka oli aikaisemmin yhdistynyt edellä mainittuun atomiin Cl, *tulisi** yhtymään toisen HCl-atomin sitä kohden osoitettavaan Cl-atomiin näiden atomien sisältämien sähköjen samalla yhdistyessä; samalla tavoin *yhdistyisi** toisen HCl-atomin H kolmannen atomin Cl:ään jne., kunnes lopulta kuparilla *vapautuisi** yksi H-atomia, jonka positiivinen sähkö yhtyisi kuparin jakaantuneeseen negatiiviseen niin, että purkautuisi sähköttömässä tilassa.» Tämä prosessi »toistuisi siksi, kunnes metallilevyihin kasaantuneiden sähköjen luotaantyyntävä vaikutus niitä kohden osoitettiin kloorivedyn osiin olisi tarkalleen tasapainossa metallien jälkimmäisissä aiheuttaman puoleensavetävän kemiallisen vaikutuksen kanssa. Mutta jos metallilevyt yhdistetään toisiinsa johtavasti, metallilevyjen vapaat sähköt yhtyvät keskenään, ja aikaisemmin mainitut prosessit voivat esiintyä uudelleen. *Tällä tavalla** syntyisi sähköä kestävä virtaus. — On ilmeistä, että tällöin tapahtuu alituista elävän voiman menetystä vaeltavien binäärisen yhdisteen osien liikkuessa tietyllä nopeudella metalleja kohti ja joutuessa sitten lepotilaan joko yhdistettä (ZnCl) muodostaen tai purkautumalla vapaaksi (H).» (Huomaus: »Koska Cl- ja H-osien erotessa saatava elävä voima tasoittuu jälleen niiden yhdistyessä lähinnä olevien atomien osiin menettävään elävään voimaan, tämän prosessin vaikutus

* Kursivointi Engelsin. Toim.

** Hakasuluissa olevia sanoja Engels ei ole ottanut. Toim.

voidaan jättää huomioon ottamatta.)) »Tämä elävän voiman menetys vastaa lämpömäärää, joka vapautuu näkyvästi esiintyvässä kemiallisessa prosessissa, siis itse asiassa sinkkiekvivalentin liuetessa laimennettuun happoon. Sähköjen jakamiseen tarvittun työn täytyy vastata tätä arvoa. Jos siis nämä sähköt yhdistyvät virraksi, täytyy yhden sinkkiekvivalentin liuetessa ja yhden vetyekvivalentin erottuessa nesteestä ilmaantua koko suljetussa piirissä työtä (lämmön muodossa tai ulkoisen työnsuorituksen muodossa), joka on myös ekvivalentti mainittua kemiallista prosessia vastaavan lämmönkehityksen kanssa.» [1, ss. 49—51.]

»Me oletamme — voisivat — meidän on oletettava — voimme päätellä — tulisi jakaantumaan — varautuisivat» jne. jne. Pelkkää otaksumaa ja ehtotapamuotoa, josta voi varmuudella onkia esiin vain kolme varsinaista tositapamuotoa: ensinnäkin, *nyt* esitetään sinkin yhdistyminen klooriin vedyn vapautumisen ehdoksi; toiseksi, nyt aivan lopussa ikään kuin sivumennen saamme tietää, että täten vapautuva energia on lähtenä, vieläpä yksinomaisena lähtenä virranmuodostukseen tarvittavaan energiaan, ja kolmanneksi, että tämä virranmuodostuksen selitys lyö molempia edellä esitettyjä yhtä lujasti päin kasvoja kuin nämä molemmat toisiaan.

Edelleen Wiedemann sanoo:

»Kestävän virran muodostumiseen voi siis vaikuttaa *yksinomaan vain** se sähköinen erotusvoima, joka on peräisin metallielektrodien ketjun elektrolyytinesteessä aiheuttamasta binäärisen yhdisteen atomien epäyhtäläisestä vetovoimasta ja polarisaatiosta; sitä vastoin metallien kosketuskohdassa, jossa ei enää voi tapahtua mitään mekaanisia muutoksia, sähköisen erotusvoiman *on oltava vaikuttamatta**. Että tätä erotusvoimaa, mikäli se kenties *vaikuttaa* nesteen metalleissa aiheuttamaa sähkömotorista herätettä *vastaan** (kuten upotettaessa tina ja sinkki syankaliumliuokseen), ei kompensoi määrätty osuus viimeksi mainitun erotusvoimaa, sen todistaa suljetun piirin koko sähköisen erotusvoiman (ja sähkömotorisen voiman) täysi verrannollisuus

* Kursivointi Engelsingin. *Toim.*

mainitun kemiallisen prosessin lämpöekvivalentin kanssa. Tämän erotusvoiman täytyy siis tulla toisella tavalla neutraloiduksi. Tämä tapahtuisi yksinkertaisimmin olettamalla, että elektrolyyttinesteen koskettaessa metalleja saadaan aikaan sähkömotorinen voima kaksinaisella tavalla: ensinnäkin siten, että kokonaisuutena ottaen nesteen *massoilla** on suuruudeltaan epäyhtäläinen vetovoima toiseen tai toiseen sähköön; sitten siten, että metalleilla on eri suuri vetovoima nesteen vastakkaisin sähköin varattuihin *osiin*... Ensiksi mainitun epäyhtäläisen massavetovoiman (sähköihin) seurauksena nesteet käyttäytyisivät aivan metallien jännitesarjan lain mukaisesti, ja suljetussa piirissä tapahtuisi sähköisten erotusvoimien (ja sähkömotoristen voimien) täydellinen neutraloituminen nolaksi; toinen, *kemiallinen**, vaikutus tulisi sitä vastoin synnyttämään *yksinään** virran muodostumiseen tarvittavan sähköisen erotusvoiman ja sitä vastaavan sähkömotorisen voiman.» (1, ss. 52—53.)

Täten olisi sitten poistettu onnellisesti kosketusteorian viimeinen jäännös virranmuodostuksesta ja samalla myös viimeinen jäännös Wiedemannin ensimmäisestä s. 45 esittämästä virranmuodostuksen selityksestä. Loppujen lopuksi myönnetään varauksitta, että galvaaninen ketju on yksinkertainen laite vapautuvan kemiallisen energian muuttamiseksi sähköiseksi liikkeeksi, ns. sähköiseksi erotusvoimaksi ja sähkömotoriseksi voimaksi, aivan samalla tavoin kuin höyrykone on laite lämpöenergian muuttamiseksi mekaaniseksi liikkeeksi. Niin toisessa kuin toisessakin tapauksessa laite luo vain edellytykset vapautumiselle ja energian vastaiselle muuttumiselle, mutta ei itsestään aikaansaa energiaa. Kun kerran olemme tämän todenneet, meille jää nyt vielä tehtäväksi tutkia lähemmin Wiedemannin virtaselityksen kolmatta muunnelmaa: miten siinä kuvataan ketjun suljetussa piirissä tapahtuvat energianvaihdokset?

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

On ilmeistä, hän sanoo, että ketjussa »tapahtuu elävän voiman alituista menetystä binäärisen yhdisteen vaeltavien osien liikkeessa metalleja kohti tietyllä nopeudella ja joutuessa sitten lepotilaan joko yhdisteen (ZnCl) syntyessä taikka niiden poistuessa vapaasti (H). Tämä elävän voiman menetys vastaa sitä lämpö määrää, joka vapautuu näkyvästi esiintyvässä kemiallisessa prosessissa, siis itse asiassa sinkkiekvivalentin liuotessa laimennettuun happoon.»

Ensinnäkin, jos prosessi tapahtuu *puhtaana*, ketjussa ei vapaudu sinkin liuotessa lainkaan lämpöä; vapautuva energiahän muuttuu suoraan sähköksi ja vasta tästä se muuttuu koko suljetun piirin vastuksen välityksellä lämmöksi.

Toiseksi elävä voima on massan ja nopeuden neliön tulon puolikas. Yllä esitetty lause tulisi siis kuulumaan: yhden sinkkiekvivalentin liuotessa laimennettuun happoon vapautuva energia = niin ja niin paljon kaloreja ja on samalla samanarvoinen kuin ionien massan ja sen nopeuden neliön tulon puolikas, jolla ne vaeltavat metalleille. Siten lausuttuna lause on ilmeisesti väärä; ionien vaelluksessa ilmenevä elävä voima on vallan jotakin muuta kuin samanarvoinen kemiallisessa prosessissa vapautuneen energian kanssa.* Mutta jos se sitä olisi, niin mikään virta ei olisi mahdollinen, koska ei jäisi mitään

* Äskettäin on F. Kohlrausch (Wiedemannin »Annalen»¹⁰⁶, VI, s. 208) laskenut, että tarvitaan »valtavia voimia» sysäämään ionit vesiliuoksen lävitse. Jotta saataisiin 1 mg kulkemaan 1 mm:n matkan, tarvittaisiin vetovoima, joka H:n osalta = 32 500 kg ja Cl:n = 5200, siis HCl:n osalta = 37 700 kg. — Vaikkapa nämä luvut olisivat ehdottoman oikeitakin, eivät ne järkytä yllä esitettyä. Mutta laskelma sisältää sähköä alalla toistaiseksi väistämättömiä hypoteettisia tekijöitä ja siihen tarvitaan siis kokeellista tarkistusta. Tämä näyttää mahdolliselta. Ensinnäkin näiden »valtavien voimien» täytyy ilmaantua uudelleen määrättyä lämpö määränä siellä, missä ne kulutetaan, siis yllä mainitussa tapauksessa ketjussa. Toiseksi niiden kuluttaman energian täytyy olla vähäisempi kuin kemiallisen prosessin ketjussa luoman, jopa määrätyn erotuksen verran. Kolmanneksi tämän erotuksen täytyy tulla kulutetuksi muualla suljetussa piirissä ja olla siellä samoin osoitettavissa. Vasta tämän tarkistuksen toteamana yllä olevat lukumääräykset voivat olla lopullisesti päteviä. Elektrolyysikennossa tuntuu todistus olevan helpommin toteutettavissa.

energiaa jäljelle suljetun piirin muun osan virtaa varten. Siksi esitetään vielä huomautus, että ionit joutuvat lepotilaan »joko yhdisteen syntyessä taikka niiden poistuessa vapaasti». Mutta jos elävän voiman menetykseen on luettava mukaan myös näissä molemmissa prosesseissa totoutuvat energiavaihdokset, niin silloin ne vasta olemmekin juuttuneet kiinni. Sillä ovathan nämä molemmat prosessit yhdessä otettuina juuri sitä, mistä voimme kiittää koko vapautuvaa energiaa, niin että tässä ei voi olla absoluuttisesti ollenkaan puhetta elävän voiman *menetyksestä*, vaan korkeintaan *saamisesta*.

On siis ilmeistä, ettei Wiedemann itse tällä lauseella ole tarkoittanut mitään määrättyä, vaan pikemmiinkin hän kuvittelee »elävän voiman menetyksen» pelkästään *deus ex machina**, joka soisi hänelle mahdollisuuden suorittaa kiusallisen hypyn vanhasta kosketusteoriasta kemialliseen virtaselitykseen. Itse asiassa elävän voiman menetys on nyt työnsä tehnyt ja saa mennä; tästä lähtien on kemiallinen tapahtuma ketjussa riidattomasti ainoa kelvollinen virranmuodostuksen energialähde, ja kirjoittajamme vielä jäljelle jäävänä huolena on, miten hän saa kunnialla eroon virrasta kahden kemiallisesti tehottoman kappaleen kosketuksessa syntyvän sähköän viimeiset rippeet, nimittäin kummankin metallin kosketuskohdassa vaikuttavan erotusvoiman.

Kun lukee yllä olevaa Wiedemannin selitystä virran muodostumisesta, luulee näkevänsä edessään kappaleen sitä apologetiikkaa, jota täysi-

* — kirjaimellisesti: »jumala koneesta» (antiikin teatterissa jumalia esittävät näyttelijät tulivat lavalle erityisten laitteiden avulla); kuvaannollisesti: odottamatta ilmaantunut henkilö, joka pelastaa tilanteen, tai odottamaton ristiriitojen äkillinen laukeaminen. *Toim.*

tai puoliuskovaiset teologit harjoittivat lähes neljäkymmentä vuotta sitten Straussin, Wilken, Bruno Bauerin ym. esittämää raamatun filologis-historiallista arvostelua vastaan. Menetelmä on täysin sama. Sen täytyykin olla, sillä kummassakin tapauksessa on kyseessä *säilyneen perinteen* pelastaminen tieteellisen ajattelun kynsistä. Puhdas empiria, kokemusperäisyys, joka suo tilaa ajattelulle korkeintaan matemaattisen laskemisen muodossa, kuvittelee käsittelevänsä yksinomaan kiistämättömiä tosiseikkoja. Mutta todellisuudessa se puuhailee etupäässä perinteisten kuvitelmien parissa, edeltäjiensä ajattelun enimmältään vanhentuneiden ajatustuotteiden parissa, jollaisia tässäkin ovat positiivinen ja negatiivinen sähkö, sähköinen erotusvoima, kosketusteoria. Nämä ovat perustana loputtomille matemaattisille laskuille, jotka antavat sille mahdollisuuden olla matemaattisen esitystavan ankaruuden varjolla piittaamatta edellytysten hypoteettisesta luonteesta. Yhtä epäilevästi kuin tämän laatuinen empiria suhtautuu aikansa ajattelun tuloksiin, yhtä uskovaisesti se asennoituu edeltäjiensä ajattelun saavutuksiin. Jopa kokeellisesti todetut tosiseikat ovat käyneet sille vähitellen irrottamattomiksi niihin kuuluvista perinteisistä tulkinnoista; yksinkertaisin sähköilmiö väärennetään esitykseltään esim. salakuljettamalla siihen molemmat sähköt. Tämä empiria *ei voi* enää kuvata tosiasioita oikein, koska perinteinen tulkinta pujahtaa kuvaukseen mukaan. Sanalla sanoen, meillä on tässä sähköopin alueella yhtä kehittynyt perinne kuin teologiasa. Ja koska kummallakin alueella uuden tutkimuksen tulokset, tähän asti tuntemattomien tai riitaisten tosiasioiden toteaminen ja siitä välttämättömästi seuraavat teoreettiset päätelmät lyövät armottomasti vanhaa perimätietoa

kasvoihin, tämän perimätiedon puolustajat joutuvat pahaan pulaan. Heidän täytyy turvautua kaikenlaisiin metkuihin ja pitämättömiin verukkeisiin, sovittamattomien ristiriitojen salaamiseen, ja he joutuvat siten itsekin lopuksi sellaiseen ristiriitojen sekasortoon, josta heille ei ole ulospääsyä. Juuri tämä usko koko vanhaan sähköteoriaan sotkee Wiedemannin tässä mukanaan mitä auttamattomimpaan ristiriitaan, kun hän tekee toivottoman yrityksen sovittaa rationally keskenään vanha, »kosketusteoriasta» johdettava virtaselitys ja uudempi kemiallisen energian vapautumiseen perustuva.

Kenties esitetään vastaväite, että yllä oleva Wiedemannin virtaselityksen arvostelu perustuu sanansaivarteluun; jos Wiedemann käyttää aluksi huolimattontta ja epätarkkaa ilmaisua, niin hän antaa lopuksi toki oikean, energian säilymisen periaatteeseen sopivan esityksen ja pance siten kaiken paikalleen. Vastaukseksi tähän otamme toisen esimerkin, hänen kuvauksensa tapahtumain kulusta ketjussa: sinkki, laimennettu rikkihappo, kupari.

»Jos langalla yhdistetään molemmat levyt, syntyy galvaaninen virta... *Elektrolyyttisen prosessin välityksellä** erottuu kuparilla laimennetun rikkihapon *vedestä** vetyekvivalentti, joka poistuu kuplina. Sinkillä muodostuu 1 happiekvivalentti, joka hapettaa sinkin sinkkioksidiksi, mikä liukenee ympäröivään happoon rikkihappoiseksi sinkkioksidiksi.» (I, s. 593.)

Jotta vety- ja happikaasu voitaisiin erottaa vedestä, jokaista vesimolekyyliä kohden tarvitaan 68 924 lämpöyksikön energia. Mistä sitten tulee yllä mainittuun ketjuun energia? »Elektrolyyttisen prosessin välityksellä.» Entä mistä se ottaa elektrolyyttinen prosessi? Ei vastausta.

* Kursivointi Engelsin. Toim.

Mutta nyt Wiedemann kertoo meille edelleen eikä vain yhden kerran vaan ainakin kaksi (I, ss. 472 ja 614), että ylipäänsä »uusimpien kokemusten mukaan vesi itse ei [elektrolyysissä] hajoa», vaan tässä meidän tapauksessamme rikkihappo H_2SO_4 , joka toisaalta hajoaa H_2 :ksi ja toisaalta $SO_3 + O$:ksi, jolloin H_2 ja O voivat tiettyssä tilanteessa poistua kaasumaisena. Mutta silloin muuttuu prosessin koko luonne. H_2SO_4 :n H_2 tulee välittömästi korvatuksi kaksiarvoisella sinkillä ja se muodostaa sinkkisulfaattia $ZnSO_4$. Toiselle puolelle jää jäljelle H_2 ja toiselle $SO_3 + O$. Molemmat kaasut poistuvat samoissa suhteissa kuin ne muodostavat vettä, ja SO_3 yhdistyy liuosveden H_2O :n kanssa jälleen H_2SO_4 :ksi, ts. rikkihapoksi. $ZnSO_4$:n muodostuessa kehittyy kuitenkin energiamäärä, joka ei riitä ainoastaan rikkihapon vedyn poistamiseen ja vapauttamiseen, vaan jota on vielä merkittävästi ylitse, mikä ylijäämä meidän tapauksessamme käytetään virran muodostukseen. Sinkki ei siis jää odottamaan, kunnes elektrolyyttinen prosessi antaa sen käytettäväksi vapaan hapen, hapettaakseen sitten vasta sillä itsensä ja liuottaakseen sen jälkeen itsensä happoon. Päinvastoin: se menee välittömästi prosessiin mukaan, joka ylipäänsä pääsee alulle *tämän sinkin mukaan tulon välityksellä*.

Näemme tässä, miten vanhentuneiden kosketuskäsitysten avuksi tulee vanhentuneita kemiallisia käsityksiä. Uudemman katsomuksen mukaan on suola happoa, jossa vety on korvautunut metallilla. Tässä tutkittavana oleva tapahuma vahvistaa tämän katsomuksen oikeaksi: sinkin suorittama hapen vedyn välitön poistaminen selittää energianvaihdoksen täysin. Vanhempi katsomus, jota Wiedemann seuraa, pitää suolaa metallioksidin ja hapen yhdisteenä ja

puhuu sen vuoksi sinkkisulfaatin sijasta rikkihappoisesta sinkkioksidista. Mutta päästäksemme ketjussamme sinkistä ja rikkihaposta rikkihappoiseen sinkkioksidiin on sinkin ensin hapeuttava. Sinkin hapettamiseksi nopeasti ja riittävästi meillä pitää olla vapaata happea. Päästäksemme käsiksi vapaaseen happeen meidän on oletettava — koska kuparille ilmaantuu vetyä —, että vesi hajoaa. Veden hajottamiseksi tarvitsemme valtavan energian. Miten siihen päästään käsiksi? Yksinkertaisesti »elektrolyytin prosessin välityksellä», joka puolestaan ei pääse käyntiin, mikäli sen kemiallista lopputuotetta »riikkihappoista sinkkioksidia» ei ole alkanut muodostua. Lapsi synnyttää äidin.

Tässäkin siis Wiedemann panee tapahtumat kulkemaan päinvastaiseen suuntaan ja ylösalaisin. Nimenomaan siksi, että Wiedemann ei tee eroa kahden täysin vastakkaisen prosessin, aktiivisen ja passiivisen elektrolyysin välillä ja yhdistää ne yleensä elektrolyysiksi.

Tähän mennessä olemme tutkineet vain ketjun tapahtumia, ts. sitä prosessia, jossa energian ylijäämä vapautuu kemiallisen toiminnan välityksellä ja muuttuu ketjun laitteiden avulla sähköksi. Mutta tunnetusti tämä prosessi voidaan myös palauttaa: kemiallisesta energiasta ketjussa saatu kestävä sähkövirta voidaan puolestaan muuttaa takaisin kemialliseksi energiaksi suljettuun piiriin liitettyssä elektrolyysikennossa. Molemmat prosessit ovat ilmeisesti toisilleen vastakkaisia; jos me käsitämme ensimmäisen kemiallis-sähköiseksi, niin toinen on sähkökemiallinen. Molemmat voivat tapahtua samassa virtapiirissä samoilla aineilla. Niiupä kaasumaisten elektrolyyttien muodostama patsas, jonka virta

syntyy vedyn ja hapen yhdistyessä vedeksi, voi saada siihen kytketyssä elektrolyysikennossa aikaan vetykaasua ja happikaasua samoissa suhteissa kuin ne muodostavat vettä. Tavanomainen tarkastelutapa yhdistää nämä molemmat vastakkaiset prosessit saman, elektrolyysin otsikon alle eikä tee eroa edes aktiivisen ja passiivisen elektrolyysin kesken, ei elektrolyyttinesteen eikä passiivisen elektrolyytin kesken. Niinpä Wiedemann käsittelee elektrolyysia yleensä 143 sivulla ja liittää sitten loppuun joitakin huomautuksia »elektrolyysista ketjussa», joista lisäksi todellisen ketjun tapahtumia koskevat vievät vain mitä pienimmän osan tämän osaston 17 sivusta. Myöskään seuraavassa »Elektrolyysin teoriassa» ei edes mainita tätä ketjun ja elektrolyysikennon välistä vastakohtaa, ja joka aikoisi löytää siihen liittyvästä osastosta »Elektrolyysin vaikutus suljetun piirin johtovastukseen ja sähkömotoriseen voimaan» tapahtuvien energiavaihdosten edes jonkinlaista huomioonottamista, pettyisi katkerasti.

Tarkastelkaamme nyt vastustamatonta »elektrolyyttistä prosessia», joka voi ilman näkyvää energianlisäystä erottaa $H_2:n$ ja $O:n$ toisistaan ja joka näyttelee kirjan käsiteltävissä osastoissa samaa osaa kuin salaperäinen »sähköinen erotusvoima» aikaisemmin.

»*Primäärisen, puhtaasti elektrolyyttisen** ionien eroamisprosessin ohella esiintyy sitten vielä virran erottamien ionien vaikutuksesta joukko *sekundäärisiä** siitä täysin riippumattomia, *puhtaasti kemiallisia** prosesseja. Tämä vaikutus saattaa kohdistua elektrodien aineeseen ja hajotettuihin kappaleisiin, liuoksissa myös liuottimeen.» (I, s. 481.)

Palatkaamme edellä mainittuun ketjuun: sinkki ja kupari laimennetussa rikkihapossa. Siinä ovat Wiedemannin oman lausunnon mukaan eron-

* Kursivointi Engelsin. Toim.

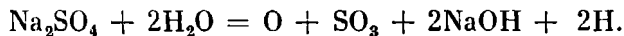
neita ioneja veden H_2 ja O . Hänelle on siis sinkin hapettuminen ja $ZnSO_4$:n muodostuminen sekundäärinen, elektrolyytisesta prosessista riippumaton, puhtaasti kemiallinen tapahtuma siitä huolimatta, että vasta sen välityksellä primäärinen käy mahdolliseksi. Tarkastelkaamme nyt hiukan yksityiskohtaisemmin sitä sekasotkua, jonka on välttämättä synnyttävä tästä todellisen asiankulun nurinkääntämisestä.

Pysähtykäämme lähinnä elektrolyysikennon ns. sekundäärisiin prosesseihin, joista Wiedemann esittää meille joitakin esimerkkejä* (ss. 481—482).

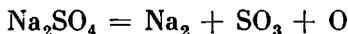
I. Veteen liuotetun rikkihappoisen natriumin ($Na_2 SO_4$) elektrolyysi.

Tämä »hajoaa... 1 ekvivalentiksi $SO_3 + O$... ja 1 ekvivalentiksi Na ... Jälkimmäinen reagoi kuitenkin liuotinveteen ja crottaa siitä 1 ekvivalentin H , samalla kun muodostuu 1 ekvivalentti emäksistä natriumia [$NaOH$], mikä liukenee ympäröivään veteen».

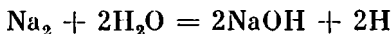
Yhtälö on:



Tässä esimerkissä voitaisiin käsittää itse asia-sa hajoaminen



primääriseksi, sähkökemialliseksi ja sitä seuraava muutos



sekundääriseksi, puhtaasti kemialliseksi tapahtumaksi. Mutta tämä sekundäärinen ilmiö tapahtuu välittömästi sillä elektrodilla, johon ilmaantuu vetyä, ja siinä vapautunut melko huomattava energiamäärä (111 810 lämpöyksikköä Na ,

* Huomattakoon tässä vastaisenkin varalta, että Wiedemann käyttää kaikkialla vanhoja kemiallisia ekvivalenttiarvoja, kirjoittaa HO , $ZnCl$ jne. Minun yhtälöissäni on kaikkialla käytetty nykyaikaisia atomipainoja, joten siis H_2O , $ZnCl_2$ jne.

O, H ja aq. kohden Jul. Thomsenin mukaan) muuttuu sen vuoksi ainakin suurimmalta osaltaan sähköksi ja vain osa vaihtuu kennossa välittömästi lämmöksi. Mutta viimeksi mainittu voi tapahtua myös *ketjussa* suoranaisesti taikka primäärisesti vapautuneelle kemialliselle energialle. Siten käytettäväksi saatu ja sähköksi muutettu energiamäärä tulee kuitenkin väheneytyksi siitä, mikä virran täytyy aikaansaada hajottaakseen jatkuvasti Na_2SO_4 :ää. Vaikka natriumin muuttuminen hydroksidiksi näytti kokonaistapahtuman *ensi* vaiheessa sekundääriseltä prosessilta, niin siitä tulee toisesta vaiheesta alkaen kokonaistapahtuman oleellinen tekijä, ja se lakkaa siten olemasta sekundäärinen.

Mutta tässä elektrolyysikennossa tapahtuu vielä kolmaskin prosessi: SO_3 sitoutuu H_2O :n kanssa H_2SO_4 :ksi, rikkihapoksi, mikäli se ei muodosta yhdistystä positiivisen elektrodin metalliu kanssa, jolloin jälleen vapautuisi energiaa. Mutta tämä muutos ei välttämättä tapahdu välittömästi elektrodilla, ja siksi tällöin vapautuva energiamäärä (21 320 lämpöyksikköä, J. Thomsenin) muuttuu kokonaan taikka suurimmalta osaltaan itse kennossa lämmöksi ja luovuttaa korkeintaan sangen pienen osan sähkönä virralle. Ainoata todella sekundääristä prosessia, mikä kennossa tapahtuu, ei siis Wiedemann lainkaan mainitse.

II. »Jos elektrolysoidaan kuparivihtrilliliuosta [$\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$] kuparista valmistetun positiivisen elektrodin ja platinasta valmistetun negatiivisen välissä, niin rikkihappoisen veden hajotessa samanaikaisesti samassa virtapiirissä erkanee negatiivisella platinaelektrodilla 1 hajotetun veden ekvivalenttia kohti 1 ekvivalentti kuparia; positiivisella elektrodilla pitäisi ilmaantua 1 ekvivalentti SO_4 ; mutta jälkimmäinen yhdistyy elektrodin kupariin 1 ekvivalentiksi CuSO_4 , mikä liukenee elektrolysoidun liuoksen veteen.» [I, s. 481.]

Nykyaikaisella kemiallisella ilmaisutavalla voimme kuvitella prosessin seuraavaksi: platinalle laskeutuu Cu; vapautuva SO₄, joka ei sellaisenaan ole pysyvä, hajoaa SO₃ + O:ksi, sitä paitsi viimeksi mainittu poistuu vapautuneena; SO₃ ottaa liuosvedestä H₂O:n ja muodostaa H₂SO₄, mikä puolestaan sitoutuu H₂:n vapautuessa elektrodikupariin CuSO₄:ksi. Tässä meillä on täsmällisesti puhuen kolme ilmiötä: 1) Cu:n ja SO₄:n eroaminen; 2) SO₃ + O + H₂O = H₂SO₄ + O; 3) H₂SO₄ + Cu = H₂ + CuSO₄. On lähellä käsitys, että ensimmäinen on primäärinen ja molemmat muut sekundäärisiä. Mutta jos kysymme energiavaihdoksia, huomaamme, että ensimmäisen kompensoi täysin osa kolmatta ilmiötä; kuparin erkanemisen SO₄:stä kummankin yhdistymisen uudelleen toisella elektrodilla. Jos jätämme huomioon ottamatta kuparin siirtymiseen elektrodilta toiselle tarvittavan energian sekä samoin ketjussa väistämättä lämmöksi muuttumisen yhteydessä tapahtuvan ja täsmällisesti määrittelemättömän energiahäviön, niin meillä on tässä tapaus, että ns. primäärinen ilmiö ei ota virrasta mitään energiaa. Virta tuottaa energiaa pelkästään tehdäkseen mahdolliseksi (kaiken kukkuraksi epäsuorasti) H₂:n ja O:n eroamisen, mikä osoittautuu koko prosessin todelliseksi kemialliseksi tulokseksi — siis jotta toteutuisi *sekundäärinen* tai peräti *tertiäärinen* prosessi.

Molemmissa yllä olevissa esimerkeissä kuten muissakin tapauksissa on kuitenkin kiistämätön suhteellinen oikeutuksensa sillä, että tehdään ero primäärisen ja sekundäärisen prosessin välillä. Niinpä kummallakin kertaa tulee näennäisesti vesikin hajotetuksi ja veden alkuaineet erotetuiksi vastakkaisilla elektrodeilla. Koska uusimpien kokemusten mukaan absoluuttisesti puhdas vesi on mahdollisimman lähellä ei-johdetta,

siis myös ei-elektrolyyttiä, on tärkeätä osoittaa, että näissä ja tämän kaltaisissa tapauksissa vesi ei hajoa suoraan sähkökemiallisesti, vaan että veden alkuaineet erottuvat haposta, jonka muodostumiseen tässä on tosin liuotinveden myötävaikutettava.

III. »Jos samanaikaisesti elektrolysoidaan kahdessa U-muotoisessa putkessa... kloorivetyhappoa [$\text{HCl} + 8\text{H}_2\text{O}$]... ja jos toisessa putkessa on positiivisena elektrodina sinkki, toisessa sellaisena kupari, niin ensimmäisessä putkessa liukenee sinkkimäärä 32,53 ja toisessa kuparimäärä $2 \times 31,7$.» [I, s. 482.]

Jättäkäämme kupari toistaiseksi sivuun ja pitäytykäämme sinkissä. Primäärisenä prosessina on tässä HCl :n hajoaminen ja sekundäärisenä Zn :n liukeneminen.

Tämän käsityksen mukaan siis virta tuo ulkoa elektrolyytikemnoon H :n ja Cl :n erottamiseen tarvittavan energian, ja tämän erottumisen tapahduttua Cl yhtyy Zn :ään, minkä ohessa vapautuu energiamäärä, joka vähennetään H :n ja Cl :n erottamiseen tarpeellisesta; virtaan tarvitsee siis tuoda lisää vain erotus. Siihen asti on kaikki mitä parhaiten; mutta jos tarkastelemme lähemmin kumpaakin energiamäärää, havaitsemme, että ZnCl_2 :n muodostuessa vapautuva on *suurempi* kuin 2HCl :n eroamisessa kulutettu; että siis virtaan ei tarvitse lisätä energiaa, vaan jopa päinvastoin se *vastaanottaa energiaa*. Emme ole laisinkaan tekemisissä enää passiivisen elektrolyytin kanssa, vaan elektrolyysinesteen, ei hajotuskennon, vaan *ketjun* kanssa, joka on antanut virranmuodostajapatsaan vahvistukseksi uuden parin; prosessi, joka meidän on käsitettävä Wiedemannin mukaan sekundääriseksi, muodostuu absoluuttisen primääriseksi, siitä muodostuu koko ilmiön energialähde ja tekee sen riippumattomaksi patsaan antamasta virrasta.

Tässä näemme selvästi, mikä on koko Wiedemannin teoreettisessa esityksessä vallitsevan sekaotkun lähteenä. Wiedemann pitää lähtökohdanaan elektrolyysia, hänelle on yhdenmukaista, onko se aktiivinen vai passiivinen, onko hän tekemisissä ketjun vai hajotuskennon kanssa. Puoskari kuin puoskari, sanoi vanha majuri vapaaehtoisalokkaasta, joka ilmoitti olevansa filosofian tohtori.¹⁰⁷ Ja koska elektrolyysia on paljon yksinkertaisempaa tutkia elektrolyysikennossa kuin ketjussa, niin hän pitää itse asiassa lähtökohdanaan elektrolyysikennoa, tekee siinä tapahtuvista ilmiöistä, omasta osittain oikeutustakin jaostaan primäärisiin ja sekundäärisiin ilmiöihin, mittapuun ketjun suorastaan päinvastaisille ilmiöille eikä tällöin edes huomaa, kun häneltä vaihtuu vaihtokäsitteitä elektrolyysikennoksi. Siksi hän saattaa esittää teesin:

»Erottuneiden aineiden kemiallinen affiniteetti, taipumus elektrodien suhteen ei vaikuta varsinaiseen elektrolyyttiseen prosessiin» (I, s. 471),

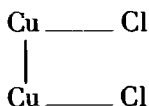
teesin, joka tässä absoluuttisessa muodossaan on, kuten olemme nähneet, täysin väärä. Siitä sitten johtuu hänen kolminkertainen virranmuodostusteoriansa: ensiksi perinnäinen, puhtaan kosketuksen välityksellä; toiseksi teoria jo abstraktisemmin käsitetyn sähköisen erotusvoiman välityksellä, joka luo selittämättömällä tavalla itselleen tai »elektrolyyttiselle prosessille» energiaa, irrottaa ketjussa H:n ja Cl:n toisistaan ja muodostaa sen lisäksi virtaa; lopuksi nykyaikainen, kemiallis-sähköinen teoria, joka osoittaa tämän energian lähteeksi ketjun kunkin kemiallisen toiminnan algebrallisen summan. Samoin kuin Wiedemann ei huomaa, että toinen selitys sysää kumoon ensimmäisen, hän ei liioin aavista, että kolmas puolestaan heittää toisen menemään. Päinvastoin, teesi energian säi-

lymisestä hänellä liittyy aivan ulkonaisesti vanhaan, totunnaiseen teoriaan samalla tavoin kuin uusi geometrian teoreema kytetään aikaisempiin. Hänellä ei ole aavistustakaan siitä, että tämä teesi tekee tarpeelliseksi koko perinnäisen kasantotavan tarkistuksen sekä tällä että kaikilla muillakin luonnontieteen aloilla. Tämän ohessa Wiedemann rajoittuu yksinkertaisesti vain toteamaan sen virtaa selittäessään ja paneo sen sitten levollisesti sivuun etsiäkseen sen uudelleen kätköstä vasta aivan kirjan lopussa, virran työnsuoritusta koskevassa osastossa. Vieläpä kosketusherätteen sähkön teoriassa (I, s. 781 ja seur.) ei energian säilyminen näyttele mitään osaa pääasiassa, ja se otetaan esiin vain ohimennen sivuseikkojen valaisemiseksi; se on ja jää »sekundääriseksi ilmiöksi».

Palatkaamme yllä olevaan esimerkkiin III. Siinä elektrolysoitiin samalla virralla klooriveityhappoa kahdessa U-muotoisessa putkessa, mutta käytettiin toisessa sinkkiä, toisessa kuparia positiivisena elektrodina. Faradayn elektrolyytisen peruslain mukaan sama galvaaninen virta hajottaa kussakin kennossa ekvivalentit määrät elektrolyytteja, ja kummallakin elektrolyytillä erottuneiden aineiden määrät ovat niin ikään suhteessa niiden ekvivalenttipainoihin (I, s. 470). Nyt ilmeni, että yllä mainitussa tapauksessa liukeni ensimmäisessä putkessa sinkkimäärä 32,53 ja toisessa kuparimäärä $2 \times 31,7$.

»Tänä ei kuitenkaan ole», jatkaa Wiedemann, »mikään todistus näiden arvojen vastaavuudesta. Nämä havaitaan vain sangen pienillä virtatiheyksillä toisaalta... sinkkikloridia ja toisaalta... kuparikloruuria muodostuessa. Suuremmilla virtatiheyksillä laskisi samaa liuenutta sinkkimäärää kohti liunneen kuparin määrä... aina 31,7:ksi samalla kun muodostuisi kasvavia määriä kloridia.»

Tunnetusti sinkki muodostaa vain yhden klooriyhdisteen, sinkkikloridin $ZnCl_2$; kupari sen sijaan kaksi, kuprikloridin $CuCl_2$ ja kuprokloridin Cu_2Cl_2 . Asianlaita on siis se, että heikko virta irrottaa kutakin kahta klooriatomia kohti elektrodista kaksi kupariatomia, jotka jäävät yhteen *yhdellä* kummastakin sidosyksiköstään, kun taas niiden kummankin vapaa sidosyksikkö yhdistyy klooriatomiin:



Jos sitä vastoin virta käy voimakkaammaksi, kupariatomit riistäytyvät kokonaan toisistaan irti ja kumpikin erikseen yhdistyy klooriatomiin:



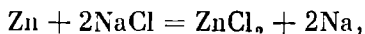
Keskivahvoilla virranvoimakkuuksilla muodostuu kumpaakin yhdistettä rinnakkain. Toisen tai toisen yhdisteen muodostuminen riippuu siis yksinomaan virran voimakkuudesta, ja siksi ilmiö on olemukseltaan *sähkökemiallinen*, mikäli tällä sanalla muuten on jokin merkitys. Siitä huolimatta Wiedemann selittää sen painokkaasti sekundääriseksi, siis ei-sähkökemialliseksi, vaan puhtaasti kemialliseksi.

Yllä mainittu koo on peräisin Renaultilta (1867) ja se kuuluu kokonaiseen sarjaan samankaltaisia kokeita, joissa sama virta johdettiin U-putkessa keittosuolaliuoksen lävitse (positiivisena elektrodina sinkki) ja toisessa kennossa taas elektrolyytteja vaihdellen eri metallit positiivisina elektrodeina. Tällöin poikkesivat siukkiekvivalenttia kohti liuenneet muiden metal-

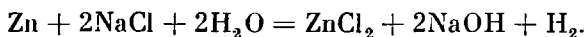
lien määrät toisistaan huomattavasti, ja Wiedemann esittää koko koesarjan tulokset, jotka kuitenkin ovat suurimmalta osaltaan kemiallisesti täysin itsestään ymmärrettäviä eivätkä muuta voi ollakaan. Niinpä 1 sinkkiekvivalenttiin liukeni suolahapossa vain $\frac{2}{3}$ ekvivalenttia kultaa. Tämä saattaa näyttää ihmeelliseltä vain silloin, jos pidetään kiinni Wiedemannin tapaan vanhoista ekvivalenttipainoista ja kirjoitetaan sinkkikloridista $ZnCl$, minkä mukaan kloori samoin kuin sinkkikin esiintyy kloridissa vain yhdellä sidosyksiköllä. Todellisuudessa siinä piilee yhtä sinkkiatomiä kohti kaksi klooriatomiä ($ZnCl_2$), ja niin pian kuin me tunnemme tämän kaavan, näemme heti, että yllä olevassa ekvivalenttien määrityksessä on otettava yksiköksi klooriatomi eikä sinkkiatomi. Kultakloridin kaava on kuitenkin $AuCl_3$, minkä mukaan heti näkee, miten $3ZnCl_2$ sisältävät täsmälleen yhtä paljon klooria kuin $2AuCl_3$, ja siten kaikki ketjun taikka kennon prosessit, primääriset, sekundääriset ja tertiääriset, tulevat olemaan tarpeen, jotta sinkkikloridiksi muutettua paino-osaa¹⁰⁸ kohti sinkkiä ei muutettaisi enempää eikä vähempää kuin $\frac{2}{3}$ paino-osaa kultaa kultakloridiksi. Tämä pätee ehdottomasti siinäkin tapauksessa, että galvaanista tietä olisi valmistettavissa myös yhdistettä $AuCl$, jolloin tulisi 1 sinkkiekvivalenttia kohti liueta jopa 2 ekvivalenttia kultaa ja jolloin myös voisi esiintyä samanlaisia vaihteluja kunkin virranvoimakkuuden osalta kuin edellä kuparista ja kloorista puheen ollen. Renaultin kokeiden arvo on siinä, että ne osoittavat Faradayn lain saavan vahvistuksensa tosiasioista, jotka näyttävät olevan sen kanssa ristiriidassa. Mutta miten niiden pitäisi edistää elektrolyysin sekundääristen ilmiöiden valaisemista, ei ole lainkaan selvää.

Wiedemannin kirjasta otettu kolmas esimerkki vei meidät jo elektrolyysikennosta ketjuun. Itse asiassa ketju tarjoaakin ilman muuta suurimman kiinnostuksen kohteen, kun tutkitaan elektrolyyttisiä ilmiöitä niissä tapahtuvien energianvaihdosten kannalta. Törmäämme usein ketjuihin, joissa kemiallis-sähköiset prosessit ovat suoranaissessa ristiriidassa energian säilymisen lain kanssa ja näyttävät toteutuvan vastoin kemiallista taipumusta.

Poggendorffin mittausten mukaan¹⁰⁹ ketju tuottaa: sinkkiä, väkevoityä keittosuolaliuosta, platinaa ja virran voimakkuudeltaan 134,6.* Tässä meillä on siis kunnioitusta herättävä sähkömäärä, $\frac{1}{3}$ enemmän kuin Daniell-parissa. Mistä on peräisin tässä sähkönä ilmenevä energia? »Primäärinen» tapahtuma on se, että sinkki karkottaa natriumin klooriyhdisteestä. Mutta tavallisessa kemiassa ei sinkki karkota natriumia, vaan päinvastoin natrium karkottaa sinkin kloori- ja muista yhdisteistä. »Primäärinen» tapahtuma ei lähestulkoonkaan kykene luovuttamaan virralle yllä mainittua energiamäärää, vaan tarvitsee päinvastoin itse syntyäkseen energialisää ulkoa. Pelkästään »primääriseen» tapahtumaan luottaen olemme jälleen kiinnijuuttuneina. Tar kastelkaamme siis todellista tapahtumaa. Silloin havaitsemme, ettei muutosta kuvaa



vaan



Toisin sanoen natrium ei vapaudu negatiivisella elektrodilla, vaan hydroksoituu, kuten edellä esimerkissä I (ss. {459—460}).

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Kun oletetaan, että Daniell-parin virranvoimakkuus = 100». Toim.

Tällöin tapahtuvien energianvaihdosten laskemiseen antavat meille Julius Thomsenin määritykset ainakin lähtöarvoja. Niiden mukaan meillä on yhdistettä muodostuessa vapautunut energiaa:

$$\begin{array}{r}
 (\text{Zn, Cl}_2) = 97\ 210 \\
 (\text{ZnCl}_2, \text{ aqua}) = 15\ 630 \\
 \hline
 \text{yhteensä liuenneen ZnCl}_2 \text{ osalta} = 112\ 840 \text{ lämpöyksikköä} \\
 2 (\text{Na, O, H, aqua}) = 223\ 620 \quad \text{»} \\
 \hline
 336\ 460 \quad \text{»}
 \end{array}$$

Siitä pois yhdisteen purkautuessa kulutettu energia:

$$\begin{array}{r}
 2 (\text{Na, Cl, aqua}) = 193\ 020 \text{ lämpöyksikköä} \\
 2 (\text{H}_2, \text{ O}) = 136\ 720 \quad \text{»} \\
 \hline
 329\ 740 \quad \text{»}
 \end{array}$$

Vapautuneen energian ylijäämä = 6720 lämpöyksikköä.

Tämä summa on ilmeisen pieni saatuun virranvoimakkuuteen verrattuna, mutta se riittää selittämään toisaalta natriumin erkanemisen kloorista ja toisaalta ylipäänsä virran muodostumisen.

Tässä meillä on sattuva esimerkki siitä, että eron tekeminen primääristen ja sekundääristen tapahtumien välillä on aivan suhteellista ja vie meidät mahdottomuuksiin, jos otamme sen absoluuttisesti. Primäärinen elektrolyyttinen prosessi ei voi yksinään ottaen tuottaa minkäänlaista virtaa eikä se voi edes toteuttaa itseään. Sekundäärinen, muka puhtaasti kemiallinen prosessi vasta tekee primäärisen mahdolliseksi ja sen lisäksi tuottaa virran muodostamiseen tarvittavan koko ylimäärän energiaa. Se on siis todellisuudessa osoittautunut primääriseksi ja tämä taas sekundääriseksi. Kun Hegel käänsi me-

tafyysikkojen ja metafysiikkaan taipuvaisten luonnontutkijain tekaisemat kiinteät erot ja vastakohdat dialektisesti niiden vastakohdaksi, niin hänen sanottiin vääristelleen heidän sanojaan. Mutta kun luonto menettelee samoin kuin vanha Hegel, on kai toki aika perehtyä hiukan lähemmin asiaan.

Paremmalla oikeutuksella sekundäärisinä voidaan pitää ilmiöitä, jotka tosin tapahtuvat ketjun kemiallis-sähköisen prosessin tai elektrolyysikennon sähkökemiallisen prosessin seurauksena, mutta siitä riippumatta ja irrallaan, jotka siis tapahtuvat jollakin otäisyydellä elektrodeista. Sellaisissa sekundäärisissä prosesseissa tapahtuvat energianvaihdokset eivät siksi tule myöskään mukaan sähköiseen prosessiin; ne eivät anna sille eivätkä ota siltä suoraan energiaa. Sellaisia ilmiöitä esiintyy elektrolyysikennossa sangen usein; edellä tapauksessa I meillä oli esimerkki rikkihapon muodostumisesta natriumsulfaatista elektrolyysissä. Tässä niillä on vähemmän mielenkiintoa. Sen sijaan niiden esiintymisellä ketjussa on suurempi käytännöllinen merkitys. Sillä vaikkakaan ne eivät suoranaisesti lisää energiaa kemiallis-sähköiseen prosessiin taikka ota siltä pois, niin ne muuttavat kuitenkin ketjussa ylipäänsä käytettävissä olevan energian kokonaismäärää ja antavat prosessiin siten epäsuoran panoksensa.

Näihin kuuluvat jälkikäteen tapahtuvien tavanomaisten kemiallisten muutosten lisäksi ilmiöt, jotka esiintyvät, kun ioneja erkanelee elektrodeilla toisessa tilassa kuin siinä, missä ne tavallisesti esiintyvät vapaina, ja kun ne sitten siirtyvät tähän viimeksi mainittuun vasta etäännyttyään elektrodeista. Ionit voivat tällöin saada toisen tiheyden tai toisen aggregaatiotilan. Ne voivat kokea molekyyliarakenteensakin suhteen

huomattavia muutoksia, ja tämä tapaus on kiintoisin. Kaikissa näissä tapauksissa sekundääristä, tietyllä etäisyydellä elektrodeista tapahtuvaa kemiallista tai fysikaalista ionien muutosta vastaa analoginen lämpömuutos; useimmiten vapautuu lämpöä, joissakin tapauksissa sitä kulutetaan. Tämä lämpömuutos rajoittuu tietenkin lähinnä sille paikalle, jossa se esiintyy: ketjun tai elektrolyysikennon neste lämpenee tai jäähtyy, muu suljettu piiri jää siltä koskemattomaksi. Siksi tämä lämpö on nimeltään *paikallista* lämpöä. Näin siis sähköksi muuttumiseen käytettävissä oleva, vapautuva kemiallinen energia pienenee tai suurenee tämän ketjussa tuotetun positiivisen tai negatiivisen paikallisen lämmön ekvivalentin verran. Vetysuperoksidia ja suolahappoa sisältäneessä ketjussa kulutettiin Favren mukaan $\frac{2}{3}$ vapautuneesta energiasta paikallisena lämpönä; Groven sähköpari sitä vastoin jäähtyi virran sulkemisen jälkeen huomattavasti ja toi siis ulkoa virtapiirille lisää energiaa lämpöä absorboimalla. Näemme siis, miten nämä sekundäärisetkin prosessit vaikuttavat takaisin primäärisiin. Voimme asennoitua miten haluamme, mutta eron tekeminen primääristen ja sekundääristen ilmiöiden välillä jää pelkästään suhteelliseksi, ja se mitätöityy säännöllisesti jälleen niiden ollessa vuorovaikutuksessa keskenään. Jos tämän unohtaa, jos käsittelee tällaisia suhteellisia vastakohtia ehdottomina, juuttuu loppujen lopuksi auttamattomasti ristiriitoihin, kuten edellä olemme nähneet.

Erotettaessa kaasuja elektrolyyttisesti metallielektrodit peittyvät tunnetusti ohuella kaasukerroksella; sen seurauksena virranvoimakkuus vähenee, kunnes elektrodit ovat kaasun kyllästämisiä, minkä jälkeen heikentynyt virta on jälleen vakio. Favre ja Silbermann ovat osoitta-

neet sellaisessakin elektrolyysikennossa syntyvän paikallista lämpöä, joka voi olla peräisin vain siitä, että kaasut eivät vapaudu elektrodeilla siinä tilassa, missä ne tavallisesti esiintyvät, vaan että erkaannuttuaan elektrodeista vasta pääsevät tähän tavalliseen tilaansa sitä seuraavassa lämmönkehitykseen yhdistyvässä prosessissa. Mutta missä tilassa erottuvat kaasut elektrodeilla? Tästä asiasta ei voi puhua varovammin kuin Wiedemann sen tekee. Hän nimittää sitä »tietyksi», »allotrooppiseksi», »aktiiviseksi» ja vihdoin hapen osalta useasti »otsonoituksi» tilaksi. Vieläkin salaperäisemmin hän puhuu vedyn ollessa kyseessä. Paikka paikoin pilkistää sellainenkin näkemys, että otsoni ja vetysuperoksidi ovat muotoja, joissa tämä »aktiivinen» tila realisoituu. Lisäksi otsoni ahdistelee Wiedemanniamme siinä määrin, että hän selittää tiettyjen superoksidien sähköisesti äärimmäisen negatiiviset ominaisuudet siitä, että ne »sisältävät osan happea mahdollisesti *otsonoituneessa muodossa**»! (I, s. 57.) Kun tapahtuu veden niin sanottua hajottamista, muodostuu todellakin sekä otsonia että vetysuperoksidia, mutta vain pieniä määriä. Ei ole mitään syytä olettaa, että tässä tapauksessa yllä mainittujen molempien yhdisteiden ensin tapahtuva syntyminen ja sitten hajoaminen suurempina määrinä välittäisi paikallisen lämmön. Emme tunne sitä lämpömäärää, joka saadaan, kun otsonia (O_3) muodostuu *vapaista* happiatomeista. Vetysuperoksidin muodostuessa H_2O :sta (nestemäisenä) + O :sta on lämpömäärä Berthelotin¹¹⁰ mukaan = 21 480; tämän yhdisteen muodostuminen suuremmissa määrissä edellyttäisi siis energian voimakasta lisäämistä (suunnilleen 30 pro-

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

senttia $H_2:n$ ja $O:n$ erottamiseen tarvittavasta energiasta), minkä olisi toki oltava osoitettavissa ja silmiinpistävää. Mutta sittenkin otsoni ja vetysuperoksidi antaisivat selvityksen vain hapen osalta (jos jätämme huomioon ottamatta virran suunnan kääntämisen, jossa tapauksessa molemmat kaasut kohtaisivat samalla elektrodilla), mutta ei vedyn. Ja kuitenkin tämäkin kehittyy »aktiivisessa» tilassa, jopa niin, että yhdistelmässä: kaliumnitraattiliuos platinaelektrodien välissä, vety yhdistyy suoraan haposta erottuneen typen kanssa ammoniakiksi.

Mitään näitä vaikeuksia ja epäilyksiä ei itse asiassa ole olemassa. Elektrolyytisellä prosessilla ei ole mitään monopolia erottaa kappaleita »aktiivisessa tilassa». Jokainen kemiallinen hajoaminen tekee saman. Se erottaa vapautuneen kemiallisen alkuaineen lähinnä vapaiden atomien O , H , N jne. muodossa, jotka vasta vapauduttuaan voivat yhdistyä molekyyleiksi O_2 , H_2 , N_2 jne. ja luovuttavat täten yhdistyessään määrätyn, toistaiseksi kuitenkin toteamattoman määrän energiaa, joka ilmenee lämpönä. Mutta sen häviävän hetken, jolloin atomit ovat vapaina, ne ovat koko sen energiamäärän kantajina, jonka ne ylipäänsä voivat ottaa vastaan; omatessaan maksimienergian ne ovat vapaita ryhtymään mihin tahansa niille tarjoutuvaan yhdistymiseen. Ne ovat siis »aktiivisessa tilassa» molekyyleihin O_2 , H_2 , N_2 verrattuna, jotka ovat jo luovuttaneet tuosta energiastaan osan eivätkä kykene yhdistymään muihin alkuaineisiin ilman, että tämä luovutettu energiamäärä tuodaan takaisin ulkoa. Meille ei ole siis lainkaan tarpeen turvautua ensin otsoniin ja vetysuperoksidiin, jotka ovat itse vasta tuon aktiivisen tilan tuotteita. Voimme ottaa tarkasteltavaksemme esimerkiksi äsken mainitun ammoniakkin muodostuksen ka-

liumnitraatin elektrolyysissä myös ilman ketjua, yksinkertaisesti kemiallisena lisäämällä typpi-happoa taikka jotakin nitraattiliuosta sellaiseen nesteeseen, jossa vetyä vapautuu kemiallisten prosessien välityksellä. Vedyn aktiivinen tila on kummassakin tapauksessa sama. Mutta kiintoisaa elektrolyyttisessä prosessissa on se, että vapaiden atomien katoava olemassaolo käy tässä ikään kuin käsin kosketeltavaksi. Tapahtuma jakaantuu tässä kahdeksi vaiheeksi: elektrolyysi tuottaa elektrodeilla vapaita atomeja, mutta niiden yhdistyminen molekyyleiksi tapahtuu jonkin matkan päässä elektrodeista. Miten häviävän pieni tämä etäisyys massojen välisiin suhteisiin verrattuna lieneekään, se riittää ainakin suurimmalta osaltaan estämään käyttämästä sähköisen prosessin hyväksi molekyylin muodostuessa vapautunutta energiaa ja siten saamaan aikaan sen muuttumisen lämmöksi — ketjun paikalliseksi lämmöksi. Tämän välityksellä on kuitenkin tullut todetuksi, että alkuaineet ovat erottuneet vapaina atomeina ja olleet ketjussa hetken vapaina atomeina. Tämä tosiseikka, jonka voimme todeta puhtaassa kemiassa vain teoreettisten päätelmien avulla, tulee tässä meille todistetuksi kokeellisesti, mikäli sellainen on mahdollista havainnoimatta aistein itse atomeja ja molekyyleja. Ja siinä piileekin ketjun ns. paikallisen lämmön suuri tieteellinen merkitys.

Kemiallisen energian muuttuminen sähköksi ketjun avulla on prosessi, jonka kulusta emme oikeastaan tiedä mitään ja saammekin kai tietää vasta sitten jotakin lähempää, kun sähköisen liikkeen *modus operandi** itse tulee paremmin tunnetuksi.

* — vaikutustapa. *Toim.*

Ketjulle sanotaan ominaiseksi »sähköistä erotusvoimaa», joka on jokaiselle määrätylle ketjulle annettu. Kuten aivan alussa näimme, Wiedemann on myöntänyt, ettei tämä sähköinen erotusvoima ole mikään määrätty energian muoto. Päinvastoin se ei ole muuta kuin lähinnä ketjun kyky, ominaisuus muuttaa aikayksikössä määrätty määrä vapautunutta kemiallista energiaa sähköksi. Itse tämä kemiallinen energia ei saa koko tapahtuman kulussa milloinkaan »sähköisen erotusvoiman» muotoa, vaan päinvastoin heti ja välittömästi ns. »sähkömotorisen voiman», so. sähköisen liikkeen muodon. Kun tavallisessa elämässä puhutaan höyrykoneen voimasta siinä mielessä, että se kykenee muuttamaan aikayksikössä määrätyn määrän lämpöä massojen liikkeeksi, se ei anna mitään syytä tuoda tätä käsitesekaannusta tietoseonkin. Yhtä hyvällä syyllä voisimme puhua pistoolin, karabiinin, sileäpiippuisen ja rihlakiväärin erilaisesta voimasta, koska ne ampuvat samalla ruutipanoksella ja yhtä painavalla luodilla eri etäisyydelle. Tässä kuitenkin ilmaisuuden nurinkuriisuus tulee selvästi esiin. Jokainen tietää, että juuri ruutipanoksen syttyminen panee luodin menemään ja että aseiden erilaisen kantomatkan aiheuttaa suurempi tai pienempi energianhukka putken pituuden, luodin liikuntavaran¹¹¹ ja sen muodon huomioonottaen. Mutta tapaus on sama höyryvoimasta ja sähköisestä erotusvoimasta puheen ollen. Kaksi höyrykonetta — muuten yhtäläisissä olosuhteissa, so. kun kummastakin vapautuva energiamäärä on yhtäläisissä aikaväleissä yhtä suuri — taikka kaksi galvaanista ketjua, joihin pätee sama, eroavat työnsuorituksiltaan vain niissä tapahtuvan suuremman tai pienemmän energianhukan takia. Ja kun kaikkien armeijojen tuliasetekniikka on tullut näihin päi-

viin saakka toimeen olettamatta kiväärille erikoista ampumavoimaa, niin on täysin anteeksiantamatonta sähköä koskevalle tieteellekin olettamus tälle ampumavoimalle analogisesta »sähköisestä erotusvoimasta», voimasta, johon ei sisälly absoluuttisesti yhtään energiaa ja joka ei niin muodoin voi itsestään suorittaa milligramma-millimetrin miljoonasosaakaan työtä.

Sama pätee tämän »erotusvoiman» toiseen muotoon, Helmholtzin mainitsemaan »metallien sähköiseen kosketusvoimaan». Se ei ole mitään muuta kuin metallien ominaisuus muuttaa niiden koskettaessa käsillä oleva toisenmuotoinen energia sähköksi. Se on siis samoin voima, joka ei sisällä pisaraakaan energiaa. Olettakaamme Wiedemanniin tapaan, että kosketussähkön energianlähteenä on adheesioliikkeen, tartuntaliikkeen elävä voima; silloin tämä energia on olemassa ensin massojen liikkeen muodossa, ja se muuttuu sen hävitessä heti sähköiseksi liikkeeksi saamatta edes hetkeksi »sähköisen kosketusvoiman» muotoa.

Ja nyt meille uskotellaan vielä sen lisäksi, että tähän »sähköiseen erotusvoimaan» (joka ei ole ainoastaan sisältämättä energiaa, vaan *ei* käsitteensä mukaisena *voikaan* sitä sisältää) olisi verrannollinen sähkömotorinen voima, ts. sähköisenä liikkeenä uudelleen ilmaantuva kemiallinen energia! Tämä ei-energian ja energian välinen verrannollisuus kuulunee samaan matemaatiikkaan, jossa esiintyy »sähköyksikön suhde milligrammaan».* Mutta sen mielettömän muodon takana, josta yksinkertaisen *ominaisuuden* käsittäminen salaperäiseksi *voimaksi* vain saa kiittää olemassaoloaan, piilee aivan yksinkertainen tautologia: millä mitataan määrätyn kotjun

* Ks. tätä julkaisua, s. 143. *Toim.*

kyky muuttaa vapautuva kemiallinen energia sähköksi? Tietysti sillä määrällä energiaa, joka esiintyy suljetussa piirissä uudelleen sähköinä ketjussa kulutettuun kemialliseen verrattuna. Siinä kaikki.

Jotta päästäisiin sähköiseen erotusvoimaan, on turvauduttava vakavasti kummankin sähköisen fluidumin, sähkönesteen apuun. Jotta nämä saataisiin käännettyksi neutraaliudesta polaarisuuteensa, jotta ne siis saataisiin revityksi irti toisistaan, täytyy käyttää tietty määrä energiaa — sähköinen erotusvoima. Tultuaan toisistaan erotetuiksi molemmat sähköt voivat uudelleen yhdistyessään luovuttaa jälleen saman energiamäärän — sähkömotorisen voiman. Koska nykyisin ei kukaan ihminen, ei edes Wiedemann, pidä enää molempia sähköjä todellisina olioina, merkitsisi se kirjoittamista kuolleele yleisölle, jos ryhdyttäisiin käsittelemään laveammalti sellaista käsitystapaa.

Kosketusteorian peruserhdyksenä on, ettei se pääse eroon mielikuvasta, että kosketusvoima eli sähköinen erotusvoima olisi muka *energian lähde*, mikä tosin olikin vaikeata sen jälkeen, kun tietyn laitteen pelkkä ominaisuus toimia energiavaihdon välittäjänä oli muutettu *voimaksi*; sillä onhan *voiman* tietenkin oltava määrätty energian muoto. Sen vuoksi, että Wiedemann ei kykene pääsemään eroon tästä epäselvästä voiman kuvitelmasta, vaikka häneen ovat sen ohessa iskeneet nykyaikaiset käsitykset energian häviämättömyydestä ja luomattomuudesta, hän lankeaa tuohon mielettömään virtaselitykseen n:o I ja kaikkiin myöhemmin havaittuihin ristiriitoihin.

Kun ilmaisu »sähköinen erotusvoima» on suorastaan järjenvastainen, niin ilmaisu »sähkömotorinen voima» on vähintään turhanpäiväinen.

Meillä on ollut lämpövoimakoneita jo kauan ennen kuin meillä oli sähkömoottoreita, ja kuitenkin lämpöteoria tulee aivan hyvin toimeen ilman erikoista lämpömotorista voimaa. Samalla tavoin kuin yksinkertainen ilmaisu »lämpö» käsittää kaikki tämän energiamuodon piiriin kuuluvat liikemuodot, sen voi tehdä omalla alallaan ilmaisu »sähkö». Sitä paitsi sängen monet sähköön vaikutusmuodot eivät ole laisinkaan suoranaisesti »motorisia»: raudan magnetoituminen, kemiallinen hajottaminen, muuttuminen lämmöksi. Ja vihdoin on kussakin luonnontieteessä, jopa mekaniikassakin aina edistysaskel, jos jossakin kohtaa päästään eroon sanasta *voima*.

Olemme nähneet, että Wiedemann hyväksyi vain jossakin määrin vastahakoisesti ketjussa tapahtuvien ilmiöiden kemiallisen selityksen. Tämä vastahakoisuus kiusaa häntä jatkuvasti; missä hän suinkin pääsee tavalla tai toisella takerumaan ns. kemialliseen teoriaan, hän tekee sen varmasti. Niinpä:

»Ei ole lainkaan todistettua, että sähkömotorinen voima on verrannollinen kemiallisen tapahtuman intensiteettiin.» (I, s. 791.)

Eikä varmaankaan jokaisessa tapauksessa; mutta missä tämä verrannollisuus ei toteudu, se on vain todistena siitä, että ketju on rakennettu huonosti, että siinä tapahtuu energian hukkaa. Ja siksi samainen Wiedemann on täysin oikeassa, kun hän ei teoreettisissa päätelmissään ota lainkaan huomioon sellaisia sivuseikkoja, joissa prosessin puhtaus vääristyy, vaan vakuuttaa muitta mutkitta jonkin parin sähkömotorisen voiman olevan yhtä suuren kuin aikayksikössä tapahtuvan kemiallisen toiminnan mekaaninen ekvivalentti virran intensiteetin ollessa yksikön suuruinen.

Toisessa kohdassa sanotaan:

»Että edelleen hapon ja alkalien yhdistyminen ei ole happo-alkaliketjussa virran muodostumisen aiheuttaja, se seuraa kokeista, § 61» (Becquerel ja Fechner), »§ 260» (Du Bois-Reymond) »ja § 261» (Worm-Müller), »joiden mukaan tietyissä tapauksissa, kun näitä on ekvivalentimäärät, virtaa ei esiinny, sekä myös § 62 esitetystä kokeesta» (Henrici), »että asetettaessa salpietariliuosta kalilipeän ja typpihapon väliin sähkömotorinen voima esiintyy samalla tavoin kuin ilman tätä.» (I, ss. 791—792.)

Kysymys, onko hapon ja alkalien yhdistyminen virranmuodostuksen aiheuttaja, askarruttaa tekijäämme sangen vakavasti. Tässä muodossa siihen voidaan vastata varsin yksinkertaisesti. Hapon ja alkalien yhdistyminen on lähinnä *suolan* muodostumisen aiheuttaja samalla kun energiaa vapautuu. Saako tämä energia osaksi tai kokonaan sähköön muodon, riippuu niistä olosuhteista, joissa se vapautuu. Ketjussa: typpihappo ja kalilios platinaelektrodien välissä esim. tulee ainakin osittain olemaan näin, kun taas *virranmuodostukselle* on yhdentekevää, syyttääkö salpietariliuosta hapon ja alkalien väliin vai ei, koska se voi korkeintaan hidastaa suolan muodostumista, mutta ei estä sitä. Mutta jos ketju tehdään Worm-Müllerin tapaan, johon Wiedemann jatkuvasti vetoaa, siis siten, että happo ja alkaliliuos ovat keskellä, mutta kummassakin päässä niiden suolan liuos, vieläpä samassa konsentraatiossa, yhtä väkevänä kuin ketjussa muodostuva liuos, niin virtaa ei tietenkään voi syntyä, koska päätejäsenten vuoksi — muodostuuhan kaikkialla samanlaisia kappaleita — *ei voi muodostua ioneja*. On siis yhtä lailla estetty vapautuvan energian muuttuminen sähköksi kuin jos virtapiiriä ei olisi lainkaan suljettu; ei siis tarvitse ihmetellä, jos ei saadaakaan virtaa. Mutta että happo ja alkali ylipäänsä kykenevät muodostamaan virtaa, siitä on osoi-

tuksena ketju: hiili, rikkihappo (1 osa 10 osaan vettä), kali (1 osa 10 osaan vettä) ja hiili — millä Raoultin mukaan on virranvoimakkuus 73;* ja että ne kykenevät ketjun ollessa tarkoituksenmukaisesti järjestetty kehittämään niiden yhdistyessä vapautuvaa suurta energiamäärää vastaavan virranvoimakkuuden, ilmenee siitä, että voimakkaimmat tunnetut ketjut perustuvat miltei poikkeuksetta alkalisuolojen muodostumiseen, esim. Wheatstone: platina, platinakloridi, kaliumamalgami, virranvoimakkuus 230; lyijysuperoksidi, laimennettu rikkihappo, kaliumamalgami — 326; lyijysuperoksidin tilalla mangaanisuperoksidi — 280; jolloin joka kerran, kun käytettiin kaliumamalgamin sijasta sinkkiamalgamia, virranvoimakkuus laski miltei tarkalleen 100:lla. Samaan tapaan Beetz sai ketjusta: kiinteä ruunikivi, kaliumpermanganaattiliuos, kalilipeä, kalium virranvoimakkuuden 302, ja edelleen: platina, laimennettu rikkihappo, kalium — 293,8; Joule: platina, typpihappo, kalilipeä, kaliumamalgami — 302. Näiden poikkeuksellisen voimakkaiden virranmuodostumisten »aiheuttajana» on epäilemättä hapon ja alkalien tai vastaavasti alkalimetallin yhdistyminen sekä tällöin vapautuva suuri energiamäärä.¹¹²

Muutaman sivun päässä on jälleen kerran:

»On kylläkin otettava huomioon, ettei voida suoraanaisesti pitää kaiken heterogeenisten kappaleiden kosketuskohdassa esiintyvän kemiallisen toiminnan työekvivalenttia mittana suljetun piirin sähkömotoriselle voimalle. Kun esim. Becquerelin happo-alkaliketjussa» (iterum Crispinus!)¹¹³ »nämä molemmat aineet yhdistyvät, kun ketjussa: platina, sulatettu salpietari, hiili — hiili palaa, kun tavallisessa parissa kupari, epäpuhdas sinkki, laimennettu rikkihappo — sinkki liukenee no-

* Kaikissa seuraavissa virranvoimakkuutta koskevissa tiedoissa on asetettu Daniellin pari = 100.

peasti samalla kun muodostuu paikallisia virtoja, niin suuri osa näissä kemiallisissa prosesseissa kehittyneestä työstä» (pitää olla: vapautuneesta energiasta) »...muuttuu lämmöksi ja menee siten hukkaan virtapiiriltä kokonaisuudessaan.» (I, s. 798.)

Kaikki nämä ilmiöt johtavat takaisin ketjussa tapahtuvaan energiahäviöön; ne eivät koske sitä tosiasiaa, että sähköinen liike syntyy toiseksimuuttuneesta kemiallisesta energiasta, vaan vain toiseksimuuttuneen energian määrää.

Sähköopin tutkijat ovat käyttäneet tavattomasti aikaa ja vaivaa mitä erilaatuisimpien ketjujen kokoonpanemiseen ja niiden »sähkömotorisen voiman» mittaamiseen. Täten kasaantunut kokeellinen aineisto sisältää sängen paljon arvokasta, mutta varmaankin vielä enemmän arvotonta. Mikähän tieteellinen arvo on esim. kokeilla, joissa käytetään elektrolyyttinä »vettä», joka, kuten F. Kohlrausch on nyttemmin osoittanut, on huonoin johde ja niin muodoin myös huonoin elektrolyytti, kokeilla, joissa siis prosessin välittäjänä ei ole vesi, vaan sen tuntemattomat epäpuhtaudet?* Ja kuitenkin esim. miltei puolet kaikista Fechnerin kokeista perustuvat sellaiseen veden käyttöön, ja muun muassa hänen »experimentum crucis»¹¹⁴, jonka avulla hän halusi pystyttää kosketusteorian järkkymättömänä kemiallisen teorian raunioille. Kuten jo tästä ilmenee, ylipäänsä melkein kaikissa kokeissa, joitakin harvoja lukuunottamatta, ovat ketjun kemialliset tapahtumat, joissa kuitenkin piilee ns. sähkömotorisen voiman lähde, jääneet likimain kokonaan huomiota vaille. Mutta on olemassa koko joukko ketjuja, joiden kemialli-

* Puhtaimmasta Kohlrauschin valmistamasta vedestä tehty 1 mm:n pituinen patsas osoitti samaa vastusta kuin halkaisijaltaan samanlainen kuparijohdin, jonka pituus on suunnilleen yhtä suuri kuin Kuun rata (Naumann, »Allgemeine Chemie», S. 729).

seen lausekkeeseen nojautuen ei voida lainkaan tehdä varmaa päätelmää niissä virran sulkemisen jälkeen tapahtuvista kemiallisista muutoksista. Päinvastoin, kuten Wiedemann sanoo (I, s. 797), »ei voida kieltää, että emme vielä lainkaan kaikissa tapauksissa kykene oivaltamaan ketjussa esiintyviä kemiallisia vetovoimia». Kaikki sellaiset kokeet ovat siis yhä tärkeämmäksi käyvältä kemialliselta kannalta siihen asti arvottomia, kunnes ne toistetaan pitämällä silmällä edellä mainittuja prosesseja.

Näissä kokeissa on kuitenkin vasta aivan poikkeuksellisesti kyseessä ketjussa tapahtuvien energianvaihdosten huomioonottaminen. Monia on tehty jo ennen kuin liikkeen ekvivalenssin, vastaavuuden laki tunnustettiin luonnontieteessä, mutta ne laahautuvat mukana oppikirjasta toiseen totunnaiseen tapaan tarkistamattomina ja viimeistelemättöminä. Kun on sanottu: sähköllä ei ole inertiaa (missä on suunnilleen yhtä paljon mieltä kuin jos sanomme: nopeudella ei ole ominaispainoa), niin tätä ei voi millään muotoa väittää sähköopista.

Olemme tähän mennessä käsitelleet galvaanista paria laitteena, jossa rakennettujen kosketussuhteiden seurauksena — meille toistaiseksi tuntemattomallakin tavalla — kemiallista energiaa vapautuu ja muuttuu sähköksi. Samoin olemme esittäneet elektrolyysikennon laitteena, jossa tapahtuu päinvastainen prosessi, sähköinen liike muuttuu kemialliseksi energiaksi ja kulutetaan sellaisena. Tällöin meidän täytyi panna etualalle sähköopin tuntijain niin suuresti laiminlyövä ilmiön kemiallinen puoli, koska tämä oli ainoa keino päästä eroon niiden mielteiden sekasotkusta, jotka ovat peräisin vanhasta kos-

ketusteoriasta ja kahden sähköfluidumin teoriasta. Kun sitten tämä on suoritettu, kysymys on siitä, sujuuko kemiallinen prosessi ketjussa samojen edellytysten vallitessa kuin ketjun ulkopuolella vai esiintyykö tällöin erikoisia, sähköisestä herätteestä riippuvia ilmiöitä.

Jokaisessa tieteessä väärät käsitykset, jos jätämme havaintovirheet huomioon ottamatta, ovat loppujen lopuksi oikeista tosiasioista saatuja vääriä käsityksiä. Tosiasiat jäävät olemaan, vaikka olemmekin osoittaneet käsitykset vääriksi. Jos olemme päässeet eroon vanhasta kosketusteoriasta, niin edelleenkin ovat olemassa ne todetut tosiasiat, joiden selityksenä sen piti olla. Tarkastelkaamme niitä ja siten ketjussa tapahtuvan ilmiön varsinaista sähköistä puolta.

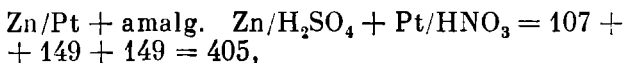
Että heterogeenisten kappaleiden koskettaessa toisiaan, samalla kun tapahtuu tai on tapahtumatta kemiallisia muutoksia, syntyy sähköä, joka on osoitettavissa elektroskoopin taikka galvanometrin välityksellä, siitä ei kiistellä. Yksityisessä tapauksessa näiden sinänsä tavattoman vähäisten liikeilmiöiden energianlähde, kuten jo alussa huomasimme, on vaikeasti todettavissa, mutta riittää, kun sellaisen ulkoisen lähteen olemassaolo on yleisesti tunnustettu.

Kohlrausch julkaisi 1850—1853 joukon kokeita, joissa hän kokoaa yhteen parittain ketjun erilaisia osasia ja tarkastelee kulloinkin osoitettavissa olevia sähköstaattisia jännitteitä; näiden jännitteiden algebrallisesta summasta pitäisi sitten koostua parin sähkömotorinen voima. Niinpä hän laskee, että kun jännite Zn/Cu asetetaan = 100, niin Daniellin ja Groven parin suhteellinen voimakkuus on seuraava:

Daniell:

$$\text{Zn/Cu} + \text{amalg. Zn/H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu/SO}_4\text{Cu} = 100 + 149 - 21 = 228.$$

Grove:



mikä sopii lähimain yhteen näiden parien virranvoimakkuuden välittömän mittauksen kanssa. Nämä tulokset eivät kuitenkaan ole mitenkään varmoja. Ensinnäkin Wiedemann itse kiinnittää huomiota siihen, että Kohlrausch ilmoittaa vain lopputuloksen, mutta »ei valitettavasti mitään lukuja yksityisten kokeiden tuloksista» [I, s. 104]. Ja toiseksi Wiedemann myöntää itse toistamiseen, että kaikki yritykset määrätä kvantitatiivisesti metallien ja vielä suuremmalla syyllä metallin ja nesteen kosketuksessa ilmenevät sähköiset herätteet ovat ainakin hyvin epävarmoja lukuisien väistämättömien virhelähteiden vuoksi. Kun hän siitä huolimatta laskee useasti Kohlrauschin esittämin luvuin, niin katsomme parhaaksi olla seuraamatta häntä siinä sitäkin suuremmalla syyllä, kun on käytettävissä toinen määräyskeino, jota vastaan ei näitä vastaväitteitä voi esittää.

Jos ketjun kumpikin elektrolyyttilevy upotetaan nesteeseen ja ne yhdistetään sitten suljetuksi piiriksi galvanometrin päiden kanssa, niin Wiedemannin mukaan »galvanometrin magneettineulan alkuperäinen poikkeama, ennen kuin kemialliset muutokset ovat muuttaneet sähköisen herätteen voimakkuutta, on mitta virtapiirin sähkömotoristen voimien summalle» [I, s. 62]. Voimakkuudeltaan erilaiset ketjut antavat siis voimakkuudeltaan erilaisia alkupoikkeamia. Näiden alkupoikkeamien suuruus on verrannollinen vastaavan ketjun virranvoimakkuuteen.

Näyttää siltä, kuin meillä olisi tässä kouriintuntuvana silmiemme edessä »sähköinen erotusvoima», »kosketusvoima», joka aikaansaa liikettä

mistään kemiallisesta toiminnasta riippumatta. Itse asiassa koko kosketusteoria onkin sitä mieltä. Ja todellakin tässä on kyseessä sähköisen herätteen ja kemiallisen toiminnan välinen suhde, jota emme edellä vielä ole tutkineet. Siirtyäksemme tähän, haluamme kuitenkin hieman lähemmin tarkastella ns. sähkömotorista lakia; tulemme tällöin näkemään, että tässäkin eivät perinnäiset kosketuskäsitykset tarjoa mitään selitystä, vaan vieläpä sulkevat jälleen suoranaisesti tien selitykseen.

Jos mielivaltaiseen kahden metallin ja yhden nesteeseen, esim. sinkin, laimennetun suolahapon ja kuparin muodostamaan pariin asetetaan kolmas metalli, esim. platinalevy yhdistämättä sitä johtimella ulkoiseen suljettuun piiriin, niin galvanometrin alkuperäinen poikkeama on täsmälleen sama kuin ilman platinalevyä. Se ei siis vaikuta sähköön herättämiseen. Niin yksinkertaisesti ei tätä kuitenkaan voi ilmaista sähkömotorisella kielellä. Siitä sanotaan:

»Sinkin ja kuparin nesteessä omaaman sähkömotorisen voiman tilalle on nyt kuitenkin astunut sinkin ja platinan ja platinan ja kuparin sähkömotoristen voimien summa. Koska sähköjen tie ei ole platinalevyn upottamisesta merkittävästi muuttunut, voimme galvanometrin antamien tietojen yhtäläisyydestä kummasakin tapauksessa päätellä, että sinkin ja kuparin nesteessä omaama sähkömotorinen voima on yhtä kuin sinkin ja platinan ynnä platinan ja kuparin samassa nesteessä. Se vastaisi Voltan esittämää teoriaa metallien sinänsä aikaansaamasta sähköstä. Tulos, joka pätee kaikkiin mielivaltaisiin nesteisiin ja metalleihin, tulee ilmaistuksi sanomalla:

Metallit noudattavat nesteiden kanssa aikaansaamansa sähkömotorisen herätyksen suhteen jännitesarjan lakia. Tätä lakia kutsutaan nimellä *sähkömotorinen laki*.» (Wiedemann, I, s. 62.)

Sanottaessa, että platina ei tässä yhdistelmässä vaikuta ylipäänsäkään sähköä herättäväs-

ti, ilmaistaan yksinkertainen tosiasia. Sanottaessa sen vaikuttavan kyllä sähköä herättävästi, mutta kahteen vastakkaiseen suuntaan samalla voimalla niin että vaikutus kumoutuu, muutetaan tosiasia olettamukseksi vain, jotta tehtäisiin kunniaa »sähkömotoriselle voimalle». Kummassakin tapauksessa näyttelee platina sivullisen osaa.

Ensimmäisen poikkeaman aikana ei vielä ole olemassa suljettua virtapiiriä. Hajoamattomana ei happo toimi johteena; se voi johtaa sähköä vain ionien välityksellä. Jos kolmas metalli ei vaikuta ensimmäiseen poikkeamaan, se johtuu yksinkertaisesti siitä, että se *on* vielä *eristetty*.

Miten sitten käyttäytyy kolmas metalli kestävän virran aikaansaamisen *jälkeen* ja sen aikana?

Metallien jännitesarjassa useimmissa nesteissä on sinkin paikka alkalimetallien jälkeen lähellä positiivista päätä ja platinan lähellä negatiivista päätä, kupari taas on kummankin välissä. Jos, kuten edellä oli sanottu, platina asetetaan kuparin ja sinkin väliin, se on kumpaankin nähden negatiivinen. Jos platina ylipäänsä vaikuttaisi, olisi virran nesteessä kuljettava sinkistä ja kuparista platinaan, siis kummastakin elektrodista pois päin ja kohti virtapiiriin kytkemätöntä platinaa, mikä on *contradictio in adjecto**. Perusedellytyksenä useampien metallien toimintaan ketjussa on nimenomaan se, että ne ovat kytketyt ulkoa suljetuksi virtapiiriksi keskenään. Kytkemätön, ylimääräinen metalli esiintyy epäjohteena; se ei kykene muodostamaan ioneja eikä liioin päästämään niitä lävitseen, ja ilman ioneja on elektrolyyteissa johtokyky tuntematon. Se ei siis ole pelkästään sivullinen, se on jopa tiellä pakottaessaan ionit kulkemaan sivuitseen.

* — ristiriita itsessään, ts. sen tapainen järjetön ristiriita kuin »pyöreä neliö», »puinen rauta». *Toim.*

Samalla tavoin käy, jos yhdistämme sinkin ja platinan ja asetamme kuparin yhdistämättömänä keskelle. Tässä kupari tulisi, jos se ylipäänsä vaikuttaisi, synnyttämään toisen virran sinkistä kupariin ja toisen kuparista platinaan, sen täytyisi siis olla jonkinlaisena välielektrodina ja erottaa vetykaasua sinkinpuoleiselta sivultaan, mikä jälleen on mahdotonta.

Jos karistamme pois perinnäisen sähkömotorisen puhetavan, niin tapaus muodostuu äärimmäisen yksinkertaiseksi. Kuten olemme nähneet, galvaaninen ketju on laite, jossa vapautetaan kemiallista energiaa ja muutetaan sitä sähköksi. Se on tavallisesti kokoonpantu yhdestä tai useammasta nesteestä ja kahdesta elektrodina toimivasta metallista, joiden täytyy olla toisiinsa johtavasti yhdistettyjä nesteen ulkopuolella. Siten on laite valmis. Se mitä me vielä lisäksi pistämme elektrolyyttinesteeseen yhdistämättömänä, olkoon se sitten metallia, lasia, hartsia tai mitä tahansa, ei voi osallistua ketjussa tapahtuvaan kemiallis-sähköiseen prosessiin, ts. virran muodostumiseen, mikäli se ei muuta nestettä kemiallisesti; enintään se voi *häiritä* prosessia. Olkoon upotetun kolmannen metallin sähköinen herätyskyky mikä tahansa nesteen ja toisen tai molempien elektrodien suhteen, se ei kykene vaikuttamaan, mikäli tämä metalli ei ole nesteen ulkopuolella kytkettynä virtapiiriin.

Tämän mukaan ei siis ainoastaan Wiedemanin *esittämä* ns. sähkömotorisen voiman johtaminen ole väärä; myös se tulkinta, jonka hän tälle laille antaa, on väärä. Ei voida puhua ketjuun yhdistämättömän metallin itsensä tasoittavasta sähkömotorisesta toiminnasta, koska tältä toiminnalta on edeltä käsin leikattu pois se ainoa edellytys, jolla se voi lähteä toimintaan; eikä liioin voi johtaa ns. sähkömotorista lakia

tosiseikasta, joka on sen vaikutuksen ulkopuolella.

Vanha Poggendorff julkaisi 1845 joukon kokeita, joissa hän oli mitannut eri ketjujen sähkömotorisen voiman, so. jokaisen aikayksikössä tuottaman sähkömäärän. Niiden joukossa ovat erityisen arvokkaita ensimmäiset 27, joissa jokaisessa kytkettiin kolme määrättyä metallia toinen toisensa jälkeen samaan elektrolyttinesteseen kolmeksi erilaiseksi ketjuksi, ja näitä tutkittiin ja vertailtiin niiden tuottaman sähkömäärän kannalta. Hyvänä kosketussähkön tutkijana Poggendorff sijoitti joka kerran kolmannenkin metallin kytkemättömänä ketjuun mukaan ja saattoi siten omaksi mielihyväkseen vakuuttua siitä, että jokaisessa 81 ketjussa tämä »kolmas liitossa»¹¹⁵ jäi pelkäksi sivulliseksi. Mutta näiden kokeiden merkitys ei suinkaan ole tässä, vaan pikemminkin ns. sähkömotorisen lain oikean tulkinnan osoittamisessa ja toteamisessa.

Viipykäämme yllä mainitussa ketjusarjassa, jossa on keskenään yhdistettynä laimennetussa suolahapossa sinkki, kupari ja platina kaksittain. Tässä Poggendorff havaitsi tuotetut sähkömäärät seuraaviksi (jos Daniellin parin sähkömäärä asetetaan = 100):

Sinkki-kupari	78,8
Kupari-platina	74,3
	<hr/>
Summa	153,1
Sinkki-platina	153,7

Suoraan yhdistettynä platinaan sinkki tuotti siis miltei täsmälleen saman sähkömäärän kuin sinkki-kupari + kupari-platina. Sama tapahtui kaikissa muissa ketjuissa käytettiinpä sitten mitä nesteitä ja metalleja tahansa. Kun jonosta metalleja samaan elektrolyttinesteseen upotet-

tuna muodostettiin ketjuja siihen tapaan, että kulloinkin tähän nesteeseen pätevistä jännitesarjasta toinen, kolmas, neljäs jne. on negatiivisena elektrodina edelliselle ja positiivisena sitä lähinnä seuraavalle, niin kaikkien näiden ketjujen tuottamien sähkömäärien summa on yhtä kuin se sähkömäärä, jonka tuottaa koko metallijonon kummankin päätejäsenen välinen suora ketju. Sen mukaisesti tulisivat esim. laimennuksessa suolahapossa ketjujen sinkki-tina, tinarauta, rauta-kupari, kupari-hopea, hopea-platina yhteensä tuottamat sähkömäärät olemaan yhtä kuin ketjun sinkki-platina tuottama; yllä mainitun jonon kaikista pareista muodostettu patsas tulisi tarkalleen muuten samanlaisissa olosuhteissa virransuunnaltaan vastakkaisesti kytketyn sinkki-platina-parin neutraloimaksi.

Tässä muodossaan saa ns. sähkömotorinen laki todellisen ja suuren merkityksen. Se sisältää uuden puolen kemiallisen ja sähköisen toiminnan välistä riippuvuutta. Tähän mennessä, kun oli tutkittu etupäässä galvaanisen virran energianlähdettä, tämä lähde, kemiallinen muutos, näytti prosessin aktiiviselta puolelta; siitä syntyi sähkö, se siis näytti lähinnä passiiviselta. Nyt tämä kääntyy nurin. Ketjussa toisiaan koskettamaan asetettujen heterogeenisten kappaleiden ominaisuuksien aikaansaama sähköinen heräte ei voi antaa kemialliselle toiminnalle energiaa eikä ottaakaan sitä siltä (toisin kuin vapautuvan energian muuttuessa sähköksi). Mutta riippuen ketjun rakenteesta se voi jouduttaa tai hidastaa tätä toimintaa. Kun ketju sinkki-laimennettu suolahappo-kupari tuottaa aikayksikössä vain puolet siitä sähköstä, minkä ketju sinkki-laimennettu suolahappo-platina, niin tämä merkitsee kemiallisesti ilmaistuna, että ensiksi mainittu ketju tuottaa aikayksikössä vain puolet sinkkiklo-

ridista ja vedystä, minkä viimeksi mainittu tuottaa. *Kemiallinen toiminta on siis kaksinker- taistunut, vaikka puhtaasti kemialliset edellytykset ovat jääneet samoiksi.* Sähköinen heräte on muodostunut kemiallisen toiminnan sääntelijäksi; se näyttää nyt aktiiviselta puolelta, kemiallinen toiminta taas passiiviselta.

Siten sitten käy ymmärrettäväksi, miten koko joukko aikaisemmin puhtaasti kemiallisina pidettyjä prosesseja osoittautuu nyt sähkökemiallisiksi. Kemiallisesti puhdas sinkki reagoi laimennetussa hapossa sangen heikosti, mikäli se ylipäänsä reagoi; sen sijaan tavallinen kaupallinen sinkki liukenee nopeasti samalla kun muodostuu suolaa ja kehittyy vetyä; se sisältää lisäaineina muita metalleja ja hiiltä, jotka esiintyvät pinnan eri kohdissa erivahvaisina. Niiden ja itse sinkin kesken syntyy happoon paikallisia virtoja, jolloin sinkkiset kohdat muodostavat positiivisia ja muut metallit negatiivisia elektrodeja, joilta erkanevat vetykuplia. Samalla tavoin voidaan katsoa nyt sähkökemialliseksi ilmiö, että kuparivihtrilliliuokseen upotettu rauta peittyi kuparikerroksella: sen aiheuttavat virrat, joita syntyy raudan pinnan heterogeenisten kohtien välille.

Tämän mukaisesti havaitsemme myös, että metallien jännitesarjat nesteissä vastaavat suurin piirtein niitä sarjoja, joiden mukaisesti metallit karkottavat toisensa halogeeni- ja happoradikaaliyhdisteistään. Jännitesarjojen äärimmäisestä negatiivisesta päästä löydämme säännöllisesti kultaryhmän metallit: kullan, platinan, palladiumin ja rodiumin, jotka ovat vaikeasti hapettuvia, jotka eivät miltei ollenkaan reagoi hapoissa ja joiden suoloista muut metallit ne helposti karkottavat. Äärimmäisessä positiivisessa päässä ovat alkalimetallit, jotka osoittavat

täysin päinvastaista käyttäytymistä: niitä voi tuskin suurimmallakaan energiankulutuksella erottaa oksideistaan, ne esiintyvät luonnossa miltei pelkästään suolojen muodossa ja niillä on metalleista kaikkein suurin taipumus halogeenihin ja happoradikaaleihin. Näiden kummankin metalliryhmän välillä ovat muut metallit hieman vaihtelevissa järjestyksissä, kuitenkin niin, että kokonaisuutena ottaen niiden sähköinen ja kemiallinen käyttäytyminen on sopusoinnussa. Joidenkin järjestys vaihtelee nesteiden mukaan ja on tuskin minkään yhden ja saman nesteenkään suhteen lopullisesti määrätty. Vieläpä on lupa epäillä, onko jonkin yhden ja saman nesteen suhteen olemassa tuollaista metallien *absoluuttista* jännitesarjaa. Kaksi palasta samaa metallia voi sopivasti valituissa ketjuissa ja elektrolyysikennoissa olla sekä positiivisena että negatiivisena elektrodina, sama metalli voi siis olla itseään kohtaan sekä positiivinen että negatiivinen. Lämpöpareissa, jotka muuttavat lämpöä sähköksi, vaihtuu suurissa lämpötilaeroissa virran suunta kummassakin juotoskohdassa: metalli, joka oli positiivinen, tulee negatiiviseksi ja päinvastoin. Ei myöskään ole olemassa absoluuttista sarjaa, jonka mukaan metallit karkottaisivat toisensa määrättyistä kemiallisista halogeeni- tai happoradikaaliryhdisteistään; viemällä lisää energiaa lämmön muodossa voimme muuttaa tavallisessa lämpötilassa pätevää sarjaa useassa tapauksessa mieleemme mukaan ja vaihtaa sen päinvastaiseksikin.

Tässä havaitsemme omalaatuisen kemismien ja sähkön välisen vuorovaikutuksen. Ketjun kemiallista toimintaa, joka hankkii sähkölle kaiken energian virran muodostusta varten, säätelevät määrällisesti puolestaan ketjussa aikaansaadut sähköiset jännitteet ja panevatpa sen

useassa tapauksessa vasta käyntiinkin. Kun meistä ketjun ilmiöt vaikuttivat aikaisemmin kemiallis-sähköisiltä, niin näemme nyt tästä, että ne ovat hyvin sähkökemiallisia. *Kestävän* virran muodostumisen kannalta näytti kemiallinen toiminta primääriseltä; virran *herättämisen* kannalta se näyttää sekundääriseltä, sivuilmiöltä. Vuorovaikutus sulkee pois kaiken absoluuttisesti primäärisen ja absoluuttisesti sekundäärisen; mutta yhtä kaikki se on kaksipuolinen prosessi, jota voi sen luonteen mukaan tarkastella kahdelta eri kannalta; jotta kokonaisuus tulisi ymmärretyksi, sitä on jopa vuoron perään tutkittava kummaltakin kannalta ennen kuin voidaan tehdä yhteenveto kokonaistuloksesta. Mutta jos me pidämme kiinni yksipuolisesti toisesta näkökannasta kuin absoluuttisesta verrattuna toiseen taikka hyppelemme mielivaltaisesti kunkin hetken tarpeen mukaan milloin toiselle milloin toiselle kannalle, jääme metafysisen ajattelun yksipuolisuuden vangeiksi; asiayhteys luisuu käsistämme ja kietoudumme ristiriitaan toisensa jälkeen.

Näimme edellä, että Wiedemannin mukaan galvanometrin alkuperäinen poikkeama — välittömästi metallilevyjen tultua upotetuiksi ketjun nesteeseen ja ennen kuin kemialliset muutokset ovat muuttaneet sähköisen herätteen voimakkuutta — »on mitta suljetun virtapiirin sähkömotoristen voimien summalle».

Tähän mennessä olemme oppineet tuntemaan ns. sähkömotorisen voiman eräänä muotona energiaa, jota meidän tapauksessamme oli tuotettu kemiallisesta energiasta ekvivalentti määrä ja joka edelleen mentäessä vaihtui jälleen ekvivalenttimäärissä lämmöksi, massojen liikkeeksi ym. Yhtäkkiä saammekin tästä tietää, että »suljetun virtapiirin sähkömotoristen voimien

summa» on jo olemassa, *ennen kuin* kemialliset muutokset ovat vapauttaneet tuon energian; toisin sanoen, että sähkömotorinen voima ei ole mitään muuta kuin määrätyn ketjun kyky vapauttaa aikayksikössä määrätty määrä energiaa ja muuttaa se sähköiseksi liikkeeksi. Kuten aikaisemmin sähköinen erotusvoima, näyttää tässäkin sähkömotorinen voima voimalta, joka ei sisällä pisaraakaan energiaa. Wiedemann käsittää niin ollen »sähkömotorisella voimalla» kahta täysin erilaista asiaa: toisaalta ketjun kykyä vapauttaa määrätty määrä annettua kemiallista energiaa ja muuttaa se sähköiseksi liikkeeksi, toisaalta itse sähköisen liikkeen kehitettyä määrää. Se että molemmat ovat toisiinsa verrannollisia ja että toinen on toisen mitta, ei kumoa niiden erilaisuutta. Kemiallinen toiminta ketjussa, kehitetty sähkömäärä sekä siitä virtapiiriin syntyvä lämpö, mikäli muutoin ei suoriteta työtä, ovat enemmänkin kuin verrannollisia, ne ovat ekvivalentteja; mutta se ei ole haitaksi niiden eroavuudelle. Määrätynlaisen sylinterin halkaisijan ja männän iskunpituuden omaavan höyrykoneen kyky tuottaa määrätty määrä mekaanista liikettä siihen viedystä lämmöstä eroaa suuresti itse tästä mekaanisesta liikkeestä niin verrannollinen kuin se siihen onkin. Ja jos sellainen sanontatapa meni mukiin siihen aikaan, kun luonnontieteessä ei vielä puhuttu energian säilymisestä, niin on toki selvää, että sitten, kun tämä peruslaki on tunnustettu, ei enää tarvitse sekoittaa jossakin muodossa olevaa todellista elävää energiaa minkä tahansa laitteen kykyyn antaa vapautuvalle energialle tämä muoto. Tämä sekoittaminen on välitöntä jatkoa voiman ja energian sekoittamiselle sähköisen erotusvoiman tapauksessa; niissä molemmissa ovat sulassa sovussa Wiedemannin kolme toistensa

kanssa täysin ristiriidassa olevaa virtaselitystä, ja ne ovat ylipäänsä loppujen lopuksi pohjana kaikille hänen ns. »sähkömotorista voimaa» koskeville erheilleen ja harhoilleen.

Paitsi jo tarkasteltua omalaatuista kemismiin ja sähkön välistä vuorovaikutusta on olemassa toinenkin yhteinen ominaisuus, joka niin ikään on merkkinä näiden kahden liikemuodon läheisemmästä sukulaisuudesta. Ne voivat olla olemassa vain *häviävinä*. Kemiallinen prosessi toteutuu kunkin siihen osallistuvan atomiryhmän osalta hetkessä. Vain sellaisen uuden aineksen läsnäollessa, jota siihen tulee alinomaa uudelleen, sitä voidaan pitkittää. Sama koskee sähköistä liikettä. Tuskin sen on synnyttänyt jokin toinen liikemuoto, kun se jo vaihtuukin kolmanneksi liikemuodoksi; vain energian jatkuva käyttövalmius voi aikaansaada kestävä virran, jossa joka hetki uudet liikemäärät saavat sähkön muodon ja häviävät jälleen.

Jos oivalletaan tämä kemiallisen toiminnan läheinen yhteys sähköiseen ja päinvastoin, voidaan päästä suuriin tuloksiin kummallakin tutkimuksen alalla. Sellainen oivallus käy jo yhä yleisemmäksi. Kemisteistä Lothar Meyer ja hänen jälkeensä Kekulé ovat suoraan sanoneet, että edessä on sähkökemiallisen teorian uudelleenhyväksyminen nuorentuneessa muodossa. Myös sähköopin tutkijain keskuudessa näyttää pyrkivän vihdoinkin läpimurtoon, kuten nimenomaan viimeiset F. Kohlrauschin työt osoittavat, se vakaumus, että ainoastaan ottamalla tarkkaan huomioon ketjussa ja elektrolyysikennossa tapahtuvat kemialliset ilmiöt voidaan päästää heidän tieteensä vanhojen perinteiden luomasta umpikujasta.

Itse asiassa ei olekaan nähtävissä, millä muilla keinoin voitaisiin antaa luja pohja galvanismia

koskevalle opille ja sen kanssa rinnan edelleen magnetismia ja jännitesähköä koskevalle opille kuin suorittamalla kaikkien perinnäisten, tarkistamattomien ja tieteessä jo voitettuun näkökohtaan nojaavien kokeiden kemiallisesti ankara yleistarkistus, ottamalla samalla huomioon ja toteamalla energiavaihdokset ja sivuuttamalla toistaiseksi kaikki sähköä koskevat perinteiset teoreettiset käsitykset.

TYÖN OSUUS APINAN MUUTTUMISESSA IHMISEKSI¹¹⁶

Työ on kaiken rikkauden lähde, sanovat taloustieteilijät. Se on sitä — luonnon ohella, joka toimittaa sille aineksen, minkä työ muuttaa rikkaudeksi. Mutta työ on vielä äärettömän paljon muutakin. Se on kaiken inhimillisen elämän ensimmäinen perusehto, vieläpä siinä määrin, että meidän täytyy tietyissä mielessä sanoa: se on luonut ihmisenkin.

Useita satoja vuosituhansia sitten, jossakin vielä tarkemmin määrittämättömässä vaiheessa sillä maapallon kaudella, jota geologit sanovat tertiäärikaudeksi, luultavasti sen loppupuolella oli jossakin maapallon kuumalla vyöhykkeellä — nähtävästi jollakin suurella, nyt Intian valtameren pohjaan vaipuneella mantereella — olemassa erikoisen korkealle kehittyneiden ihmisenmuotoisten apinain laji. Darwin on antanut meille likimääräisen kuvauksen näistä esivanhemmistamme. Ne olivat yltyleensä karva-peitteisiä, niillä oli parta ja suipot korvat, ja ne elivät parvina puissa.¹¹⁷

Lähinnä kai johtui näiden apinain elintavasta, joka vaati käsiltä toisenlaista toimintaa kiivetessä kuin jaloilta, että ne alkoivat tottua kävelemään tasaisella maalla ilman käsien apua ja ottamaan yhä pystymmän asennon. Siten oli otettu *ratkaiseva askel siirtymisessä apinasta ihmiseen.*

Kaikki vielä nykyään elävät ihmisenmuotoiset apinat voivat seisoa pystyssä ja liikkua pelkästään kahdella jalalla, mutta vain hätätilassa ja hyvin kömpelösti. Niiden luonnollinen käynti tapahtuu puolipystyssä asennossa ja edellyttää myös käsien käyttöä. Useimmat niistä nojaavat käden rystysillä maahan ja koukistaen jalkansa heilauttavat ruumiinsa eteenpäin pitkien käsien välistä samaan tapaan kuin kainalosauvoja käyttävä rampa. Yleensä voimme vielä nytkin havaita apinoilla kaikki väliasteet nelinjaloin liikkumisesta kahdella jalalla käymiseen saakka. Mutta millään niistä ei viimeksi mainittu ole muuta kuin hätäkeino.

Jos pystykäynti karvaisilla esivanhemmillamme oli tuleva ensin säännöksi ja aikaa myöten välttämättömyydeksi, niin se edellyttää, että käsien osalle oli langennut yhä enemmän muunlaisia tehtäviä. Apinoillakin vallitsee jo tietty jako käsien ja jalkojen käytössä. Kuten jo mainittiin, kiivetessä käytetään kättä toisin kuin jalkaa. Kättä käytetään etupäässä ravinnon poimimiseen ja kiinnipitämiseen, kuten eräät alemmat nisäkkäät jo tekevät etukäpälillään. Monet apinat rakentavat käsin pesiä puihin tai vieläpä, kuten simpanssi, katoksia oksien väliin sääsuojaksi. Käsin ne tarttuvat kalikkaan puolustautuakseen vihollisia vastaan tai pommittavat näitä hedelmillä ja kivillä. Kädellä ne suorittavat vangittuina ollessaan joukon yksinkertaisia, ihmisiltä oppimiaan toimituksia. Mutta juuri tässä käy ilmi, miten suuri välimatka on kaikkein ihmismuotoisimmankin apinan kehittymättömän käden ja satojen vuosituhansien työn pitkälle kehittämän ihmiskäden välillä. Luiden ja lihasten lukumäärä ja yleinen järjestys on kummassakin sama, mutta alkukantaisimmankin villi-ihmisen käsi voi suorittaa satoja asioita joi-

hin yhdenkään apinan käsi ei pysty. Minkään apinan käsi ei ole koskaan valmistanut karkein-takaan kiviveistä.

Sen tähden ne toimitukset, joihin esivanhem-pamme totuttivat vähitellen kätensä niiden mo-nien vuosituhansien kuluessa, minkä apinan muuttuminen ihmiseksi kesti, saattoivat olla alussa vain hyvin yksinkertaisia. Alkukantaisim-matkin villi-ihmiset, jopa nekin, joiden otak-sutaan palaavan jonkinlaiseen eläimellisempään tilaan ja taantuvan samalla fyysisessä kehityk-sessään, ovat kuitenkin paljon korkeammalla kuin nuo väliasteolennot. Siihen asti, kunnes ensimmäinen piikivi muovautui ihmiskäden an-siosta veitsekseksi, saattoi kulua aikamääriä, joi-hin verrattuna meidän tuntemamme historialli-nen aika näyttää mitättömältä. Mutta ratkaiseva askel oli otettu: *käsi oli vapautunut* ja saattoi nyt hankkia yhä uutta taitavuutta ja siten han-kittu suurempi notkeus periytyi ja lisääntyi su-kupolvesta toiseen.

Käsi ei siis ole vain työelin, vaan *se on myös työn tuote*. Vain työ, tottuminen yhä uusiin suo-rituksiin, siten hankitun lihasten, jänteiden ja pitemmän ajan kuluessa myös luuston erikoisen kehityksen periytyminen ja tämän periytyneen täydellistymisen yhä uusiintuva soveltaminen entistä monimutkaisempiin työnsuorituksiin ovat antaneet ihmiskädelle sen korkean täydellisyy-den asteen, jonka ansiosta se on voinut loihtia esiin Rafaelin taulut, Thorvaldsenin veistokset ja Paganinin musiikin.

Mutta käsi ei ollut yksin. Se oli vain erittäin monipuolisen kokonaisuuden yksi jäsen. Ja se mikä koitui käden hyväksi, koitui myös sen palveleman koko ruumiin hyväksi kahdellakin tavalla.

Ensinnäkin seurauksena kasvun korrelaation

laista, joksi Darwin on sitä nimittänyt. Tämän lain mukaan orgaanisen olion osien yksittäiset muodot liittyvät aina toisten osien tiettyihin muotoihin, joilla ei näytä olevan mitään yhteyttä edellisiin. Niinpä kaikilla eläimillä, joiden punaiset verisolut ovat ilman solutumaa ja takaraivo niveltyy kahdella nivelnystyrällä ensimmäiseen kaulanikamaan, on poikkeuksetta myös maitorauhaset poikasten imettämistä varten. Samoin parivarpaisiin sorkkaeläimiin kuuluvilla nisäkkäillä on säännöllisesti märehittämiseen sopiva moniosainen mahalaukku. Tiettyjen muotojen muuttumisesta seuraa muiden ruumiinosien muodon muuttuminen, joskaan emme voi selittää niiden yhteyttä. Aivan valkoiset sinisilmäiset kissat ovat aina tai miltei aina kuroja. Vähitellen tapahtunut ihmiskäden täydellistyminen ja samalla jalan muodostuminen ja mukautuminen pystykäyntiin ovat niin ikään sellaisen korrelaation ansiosta epäilemättä vaikuttaneet elimistön muihinkin osiin. Tätä vaikutusta on tutkittu kuitenkin vielä liian vähän, joten voimme tässä korkeintaan vain todeta sen yleensä.

Paljon tärkeämpää on välitön, todistettavissa oleva käden kehityksen vaikutus muuhun elimistöön. Kuten sanottu, apina-esivanhemmamme viettivät yhteiselämää; on ilmeisesti mahdotonta johtaa kaikkia muita seurallisemman eläimen, ihmisen polveutumista lähimmistä esivanhemmista, jotka eivät eläneet yhteisöissä. Käden kehittymisestä ja työnteosta alkava luonnon hallitseminen avarsi jokaisella uudella edistysaskeleella ihmisen näköpiiriä. Hän havaitsi luonnonesineissä jatkuvasti uusia, ennestään tuntemattomia ominaisuuksia. Toisaalta työn kehittyminen myötävaikutti pakostakin siihen, että yhteisön jäsenet liittyivät entistä

läheisemmin yhteen, koska työ vaati yhä useammin keskinäistä tukea ja yhteistoimintaa ja sai jokaisen yhä selvemmin tajuaamaan tämän yhteistoiminnan hyödyllisyyden. Sanalla sanoen muotoutumassa olevat ihmiset alkoivat tuntea *tarvetta sanoa jotakin* toisilleen. Tarve loi vastaavat elimet: apinan kehittymätön kurkunpää muuttui hitaasti, mutta varmasti modulaation kautta yhä täydellisempään modulaatioon, ja suun elimet tottuivat vähitellen lausumaan artikuloitua ääntä toisensa jälkeen.

Että tämä selitys, jonka mukaan kieli on saanut alkunsa työstä ja työn mukana, on ainoa oikea, sen todistaa eläinten vertailu. Se vähä, mitä näillä, jopa kehittyneimmilläkin, on toisilleen ilmaistaavaa, sen ne voivat tehdä ilman omaa äännekieltäänkin. Luonnontilassa elävä eläin ei tunne puutteeksi sitä, ettei se voi puhua tai ymmärtää ihmiskieltä. Aivan toisin on ihmisten kesyttämien eläinten laita. Hevonen ja koira ovat harjaantuneet ihmisen parissa kuulemaan niin hyvin äännekieltä, että ne oppivat helposti ymmärtämään jokaista kieltä oman mielikuvituspiirinsä rajoissa. Lisäksi ne ovat hankkineet sellaisia tunneominaisuuksia kuten kiintymys ihmiseen, kiitollisuus jne., jotka olivat niille aikaisemmin vieraita. Se, joka on ollut usein tekemisissä noiden eläinten kanssa, voi tuskin olla vakuuttumatta siitä, että hyvin monessa tapauksessa ne tuntevat *nyt* puhekyvyttömyytensä vajavaisuudeksi, joka kuitenkin ei ole enää valitettavasti autettavissa, sillä niiden äänielimet ovat erikoistuneet liian paljon tiettyyn suuntaan. Mutta milloin elin on olemassa, silloin katoaa myös tämä kykenemättömyys tiettyissä rajoissa. Lintujen suuelimet ovat ihmisen suuelimiin verrattuna niin erilaiset kuin suinkin olla voi ja kuitenkin vain linnut ovat niitä

eläimiä, jotka oppivat puhumaan; ja inhottavaäänisin lintu, papukaija, puhuu parhaiten. Älköön sanottako, että se ei ymmärrä, mitä se puhuu. Se saattaa tietysti tuntikausia toistella koko oppimaansa sanavarastoa vain puhumisen ja ihmisseuran tuottaman tyydytyksen vuoksi. Mutta oman käsityskykynsä puitteissa se voi myös oppia ymmärtämään sen, mitä se sanoo. Jos papukaijalle opetetaan haukkumasanonoja niin, että se saa jonkinlaisen käsityksen niiden merkityksestä (kuumista maista palaavien merimiesten päähuvituksia), ja kun sitä ärsytetään, niin huomaa pian, että se osaa käyttää haukkumasanonoja yhtä oikein kuin vihanneksia myyvä berliiniläinen torieukko. Samoin käy makeisia kerjätessä.

Ensin työ, sitten ja sen mukana äännekieli — nämä molemmat olivat ne oleellisimmat kiihokkeet, joiden vaikutuksesta apinan aivot vähitellen muuttuivat ihmisaivoiksi, jotka kaikesta samankaltaisuudesta huolimatta olivat apinan aivoja paljon isommat ja täydellisemmät. Aivojen kehittyessä kehittyivät samalla niiden lähimmät välikappaleet, aistinelimet. Samoin kuin kieli vähitellen kehittyessään tuo välttämättömästi mukanaan kuuloelimen vastaavan täydellistymisen, niin myös aivojen kehittyminen tuo mukanaan yleensä kaikkien aistien täydellistymisen. Kotka näkee paljon kauemmas kuin ihminen, mutta ihmissilmä näkee esineissä paljon enemmän kuin kotkan silmä. Koiralla on paljon herkempi hajuaiisti kuin ihmisellä, mutta koira ei erota sadattakaan osaa niistä hajuista, jotka ihmiselle ovat eri asioiden tiettyjä tunto-merkkejä. Ja tuntoaisti, joka apinalla juuri ja juuri esiintyy karkeimmassa alkeismuodossaan, on kehittynyt vasta ihmiskäden mukana, työn ansiosta.

Aivojen ja niitä palvelevien aistien, yhä selvemmäksi käyvän tietoisuuden, abstrahointi- ja päättelykyvyn kehitys vaikutti vuorostaan työhön ja kieleen antaen yhä uusia sysäyksiä kummankin jatkuvalla kehittymiselle, joka ei suinkaan päättynyt ihmisen lopulliseen eroamiseen apinasta, vaan jatkui edelleen. Eri kansoilla ja eri aikoina tuo kehitys on ollut asteeltaan ja suunnaltaan erilaista, onpa se siellä täällä ollut paikallisten ja ajoittaisten taka-askelien keskeyttämääkin, mutta yleisesti ottaen se on edistynyt valtavasti saaden toisaalta voimakkaan sysäyksen ja toisaalta varmemman suunnan sen ansiosta, että valmiin ihmisen astuessa esiin ilmestyi lisäksi uusi alkutekijä — *yhteiskunta*.

On varmastikin kulunut satoja tuhansia vuosia, jotka Maan historiassa eivät merkitse enempää kuin sekunti ihmiselämässä*, ennen kuin puissa kiipeilevästä apinalaumasta kehittyi ihmisyhteiskunta. Mutta lopultakin se oli olemassa. Mikä on sitten se luonteenomaisin tunnusmerkki, joka erottaa ihmisyhteiskunnan apinalaumasta? *Työ*. Apinalauma tyytyi siihen, että söi puhtaaksi ravinnon siltä alueelta, jonka maantieteellinen asema tai naapurilaumojen vastarinta sille soivat. Se vaelteli paikasta toiseen ja taisteli hankkiakseen uuden ravintoalueen, mutta ei kyennyt saamaan siitä irti enempää kuin mitä se luonnostaan tarjosi, ellei oteta lukuun sitä, että se lannoitti tiedottomasti aluetta jätteillään. Niin pian kuin kaikki mahdolliset ravintoalueet tulivat käyttöön, apinaväestön lisääntyminen kävi mahdottomaksi; eläinten lukumäärä saattoi korkeintaan pysyä entisellään.

* Eräs tämän alan huomattavimpia auktoriteetteja, sir William Thomson, on laskenut, että on saattanut kulua *toista sataa miljoonaa vuotta*, ennen kuin maapallo jäähdyi niin paljon, että sillä saattoivat elää kasvit ja eläimet.

Mutta kaikki eläimet haaskaavat mitä suurimmassa määrässä ravintoalueita ja samalla tuhoavat ravinnon jälkikasvun alkuunsa. Susi ei säästä metsästäjän tavoin metsävuolta, joka antaa hänelle seuraavana vuonna karitsan; Kreikan vuohet, jotka syövät nuoret vesakot ennen kuin ne ehtivät kasvaa, ovat kalunneet maan kaikki vuoret paljaiksi. Tämä eläinten »ryöstötalous» esittää tärkeää osaa vähitellen tapahtuvassa lajien muuttumisessa, koska se pakottaa eläimet tyytymään muuhun kuin totunnaiseen ravintoon, niiden veren kemiallinen koostumus muuttuu ja koko ruumiinrakenne muodostuu vähitellen toisenlaiseksi, samalla kun aikaisemmin vakiintuneet lajit kuolevat sukupuuttoon. Tämä ryöstötalous on epäilemättä voimakkaasti edistänyt esi-isiamme ihmisiksi tulemistä. Sellaisen apinajin kohdalla, joka älyltään ja mukautumiskyvyltään on paljon edellä kaikkia muita, tuon ryöstötalouden täytyi johtaa siihen, että ravintokasvien luku lisääntyi enemmän ja niistä alettiin käyttää yhä useampia syötäviä osia, sanalla sanoen siihen, että ravinto monipuolistui yhä enemmän ja sen mukana ruumiiseen kulkeutui aineita, jotka muodostivat ihmiseksi muuttumisen kemialliset edellytykset. Mutta tämä ei ollut vielä varsinaista työtä. Työ alkaa työkalujen valmistamisesta. Entä minkälaisia ovat ne vanhimmat työaseet, joita olemme löytäneet? Vanhimmat sikäli kuin voidaan päätellä esihistoriallisten ihmisten jäljiltä periytyneistä esineistä sekä varhaisimpien historiallisten kansojen ja nykyisten alkeellisimpien villi-ihmisten elintavoista? Ne ovat metsästys- ja kalastusvälineitä, ensiksi mainitut ovat samalla aseita. Mutta kalastus ja metsästys edellyttävät siirtymistä pelkästä kasvisravinnosta sen ohella lihan syöntiin, ja tämä merkitsee taaskin oleellis-

ta askelta ihmiseksi tulemisessa. *Liharavinto* sisälsi miltei valmiissa muodossa niitä tärkeimpiä aineita, joita ruumis tarvitsee aineen vaihduntaan; se lyhensi ruoansulatusprosessia ja samalla muiden vegetatiivisten, kasvimaailman ilmiöitä vastaavien tapahtumien kestoaikaa ruumiissa ja voitti siten enemmän aikaa, enemmän aineksia ja enemmän halua varsinaiseen eläimelliseen (animaaliseen) elämään kuuluvaa toimintaa varten. Ja mitä enemmän tuleva ihminen etäännytti kasveista, sitä enemmän hän kohosi myös eläimiä korkeammalle. Samoin kuin tottuminen kasvisravintoon liharavinnon ohella teki villikissoista ja -koirista ihmisten palvelijoita, niin myös tottuminen liharavintoon kasvisravinnon ohella edisti huomattavasti tulevan ihmisen ruumiinvoimien ja itsenäisyyden lisääntymistä. Mutta oleellisimmin vaikutti liharavinto aivoihin, jotka nyt saivat runsaammin kuin ennen ravitsemiseensa ja kehittymiseensä tarvittavia aineita, minkä ansiosta ne saattoivat polvi polvelta täydellistyä nopeammin ja paremmin. Herrojen kasvissyöjien luvalla sanoen, ihminen ei ole muodostunut ilman liharavintoa, ja vaikka liharavinto on kaikkien tuntemiemme kansojen keskuudessa johtanut joskus aikoinaan ihmisyyntiin (berliiniläisten esi-isät, veleetit eli viltsit, söivät vanhempansa vielä 10. vuosisadalla),¹¹⁸ niin nyt siitä ei ole meille enää mitään haittaa.

Liharavinnon seurauksena oli kaksi uutta ratkaisevaa laatua olevaa edistysaskelta: tulen käyttö ja eläinten kesyttäminen. Edellinen lyhensi vieläkin ruoansulatusprosessia, sillä sen ansiosta ruoka joutui suuhun niin sanoaksemme puoleksi sulatettuna; jälkimmäinen teki liharavinnon runsaammaksi, koska se avasi sille metsästyksen ohella uuden säännöllisemmän saantilähteen

ja tuotti lisäksi maitona ja maitotuotteina ainekookoomuksensa puolesta ainakin lihan veroisen uuden ravintoaineen. Molemmat muodostuivat siis jo välittömästi uusiksi ihmisen vapauttamisen välikappaleiksi. Poikkeaisimme liian kauas aiheestamme, jos ryhtyisimme yksityiskohtaisesti tarkastelemaan niiden välillisiä vaikutuksia, niin suuri merkitys kuin niillä onkin ollut ihmisen ja yhteiskunnan kehityksessä.

Niin kuin ihminen oppi syömään kaikkea syötäväksi kelpavaa, hän oppi myös elämään kaikenlaisessa ilmastossa. Hän levittäytyi koko asumiskelpoiselle maankamaralle, hän, ainoa eläin, jolla itessään oli siihen valta ja voima. Muut kaikenlaiseen ilmastoon sopeutuneet eläimet eivät ole oppineet sitä itsestään, vaan ainoastaan ihmistä seuratessaan: kotieläimet ja syöpäläiset. Mutta siirtyminen alkuperäisen kotimaan tasaisen kuumasta ilmastosta kylmemmille seuduille, joilla vuosi jakautui talveen ja kesään, loi uusia tarpeita: tarvittiin asuntoja ja vaatetusta kylmää ja kosteutta vastaan; se loi uusia työaloja ja samalla uusia toimintamuotoja, jotka loitonsivat ihmistä yhä kauemmas eläimestä.

Käden, puhe-elinten ja aivojen yhteisvaikutus, ei vain jokaisen yksilön osalta, vaan myös yhteiskunnassa, teki ihmiset kykeneviksi yhä monimutkaisempiin suorituksiin, asettamaan ja saavuttamaan yhä korkeampia päämääriä. Itse työ muodostui polvi polvelta kokonaan toisenlaiseksi, täydellisemmäksi, monipuolisemmaksi. Metsästyksen ja karjanhoidon lisäksi tuli maanviljelys, sitten kehrääminen ja kutominen, metallin muokkaus, savenvalanta ja merenkulku. Kaupan ja käsityön ohella syntyi vihdoin taide ja tiede, heimoista tuli kausakuntia ja valtioita. Oikeus ja politiikka kehittyivät ja samalla

inhimillisten asioiden ja esineiden fantastinen heijastuskuva ihmisen päässä: uskonto. Kaikkien näiden muodostumien edessä, jotka esiintyivät lähinnä pään tuotteina ja näyttivät hallitsevan ihmisyhteiskuntaa, työtätekevän käden vaatimattomat tuotteet joutuivat taka-alalle; varsinkin kun pää, joka suunnitteli työn, saattoi jo hyvin varhaisella yhteiskunnan kehitysasteella (esim. jo alkukantaisessa perheessä) teettää suunnittelemansa työn muiden käsillä. Sivistyksen nopea edistymisen katsottiin kokonaan pään, aivojen kehityksen ja toiminnan ansioksi; ihmiset tottuivat selittämään toimintansa johtuvan ajattelusta eivätkä omista tarpeistaan (jotka samalla tietenkin heijastuvat päässä, tulevat tiedostetuiksi) — ja niin syntyi aikaa myöten se idealistinen maailmankatsomus, joka varsinkin antiikin maailman häviön jälkeen on hallinnut ajattelua. Sen valta on vieläkin niin voimakas, etteivät edes Darwinin koulukunnan materialistiset luonnontutkijat voi muodostaa selvää käsitystä ihmisen alkuperästä, koska he tämän ideologisen vaikutuksen tähden eivät huomaa sitä osaa, mitä työ on siinä esittänyt.

Eläimetkin, kuten jo mainitsimme, muuttavat toiminnallaan ulkoista luontoa, vaikkakaan eivät samassa määrässä kuin ihminen, ja nämä niiden suorittamat ympäristön muutokset vaikuttavat vuorostaan, kuten olemme huomanneet, muuttavasti niiden aiheuttajiin. Luonnossahan ei tapahdu mitään irrallista. Jokainen ilmiö vaikuttaa toiseen ja päinvastoin, ja tämän kaksinpuolisen liikkeen ja vuorovaikutuksen unohtaminen onkin useimmiten sinä esteenä, jonka vuoksi luonnontutkijamme eivät näe selvästi edes yksinkertaisimpia asioita. Näimme, miten vuohet ovat estäneet Kreikan metsien jälkikasvun; vuohet ja siat, joita ensimmäiset meren-

kulkijat toivat St. Helenan saarelle, ovat miltei kokonaan hävittäneet saaren entisen kasvilisuuden ja valmistaneet siten maaperää myöhempien merenkulkijain ja siirtolaisten tuomien muiden kasvien leviämiseksi. Vaikka eläimet vaikuttavat jatkuvasti ympäristöönsä, se tapahtuu tarkoituksettomasti ja on eläimiin itseensä nähden jotenkin satunnaista. Mutta mitä kauemmaksi ihmiset loittonevat eläimistä, sitä enemmän heidän vaikutuksensa luontoon saa edeltäpäin ajatellun, suunnitelmallisen ja tiettyyn määrätavoitteesen suuntautuvan toiminnan luonteen. Eläin hävittää jonkin maa-alueen kasvilisuuden tietämättä mitä tekee. Ihminen hävittää sen kylvääkseen vapaaksi tulleeseen maahan peltokasveja tai istuttaakseen puita ja viiniköynnöksiä tietoisena siitä, että ne tuottavat hänelle moninkertaisen sadon. Hän siirtää hyötykasveja ja kotieläimiä maasta toiseen ja muuttaa siten kokonaisten maanosien kasvi- ja eläinkuntaa. Eikä siinä kaikki. Keinotekoisen jalostuksen ansiosta niin kasvit kuin eläimetkin muuttuvat ihmisen käsittelyssä siinä määrin, ettei niitä voi tuntea entisiksi. Vieläkään ei ole löydetty niitä villikasveja, joista jyvävillamme polveutuvat. Vieläkin on kiistanalaista, mistä villieläimestä polveutuu koiramme, jotka keskenäänkin ovat niin erilaisia, tai yhtä lukuisat hevosrotumme.

On muuten itsestään selvää, ettemme suinkaan aio väittää eläinten olevan kyvyttömiä määräsuntaiseen, tarkoitukselliseen toimintaan. Päinvastoin. Määräsuuntaista toimintaa on iduissaan olemassa jo kaikkialla, missä protoplasma, elävä valkuaisaine esiintyy ja reagoi, ts. suorittaa tiettyjä, joskin aivan yksinkertaisia liikkeitä tietyn ulkoisen ärsytyksen vaikutuksesta. Sellaista reagointia esiintyy jopa sielläkin, missä

ei ole vielä mitään soluja hermosoluista puhumattakaan. Se tapa, jolla hyönteissyöjäkasvit pyydystävät saaliinsa, on niin ikään tietyssä mielessä määräsuintaista, vaikkakin täysin tiedotonta menettelyä. Eläinten pystyvyys tietoiseen, määräsuintaiseen toimintaan kehittyy hermoston kehitystä vastaavasti ja on nisäkkäillä saavuttanut jo korkean tason. Englantilaisen kettujahdin aikana voidaan alinomaa havaita, miten tarkoin kettu osaa käyttää hyväkseen suurta paikallistuntemustaan paetakseen takaa-ajajiaan ja miten hyvin se tuntee ja käyttää kaikkia niitä maaston etuja, jotka voivat katkaista jäljet. Kotieläimissä, jotka ihmisten parissa ovat kehittyneet korkeammalle, voidaan alituisesti havaita piirteitä viekkaudesta, joka on aivan samaa tasoa kuin ihmislasten viekkaus. Sillä niin kuin äidin kohdussa olevan ihmiskiön kehityshistoria on vain eläimellisten esi-isämme — aina madosta alkaen — miljoonia vuosia kestäneen ruumiillisen kehityshistorian lyhennettyä kertausta, niin on ihmislapsen henkinenkin kehitys vain vieläkin lyhyempää kertausta samojen esi-isien, ainakin myöhempien, älyllisestä kehityksestä. Mutta mikään eläin ei ole millään määräsuintaisella toiminnallaan voinut painaa luontoon oman tahtonsa leimaa. Siihen tarvittiin ihmistä.

Sanalla sanoen eläin vain *käyttää hyväkseen* ulkoista luontoa ja saa siinä aikaan muutoksia pelkän läsnäolonsa ansiosta; ihminen pakottaa suorittamallaan muutoksilla luonnon palvelemaan omia tarkoituksiperiään, *hallitsee* sitä. Ja tämä on viimeinen, olennainen ero ihmisen ja muiden eläinten välillä, ja taaskin juuri työ on saanut aikaan tuon eron.*

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: jalostuksen. *Totm.*

Älkäämme sentään liiaksi mairitelko itseämme niillä voitoilla, jotka ihmisinä olemme saaneet luonnosta. Tämä kostaa meille jokaisen sellaisen voiton. Jokainen voitto tuo tosin alkuvaiheessa mukanaan seurauksia, joita olemme toivoneet, mutta toisessa ja kolmannessa vaiheessa sen vaikutukset ovat kokonaan toisenlaisia, odottamattomia, jotka hyvin usein tekevät tyhjäksi aikaisemmat tulokset. Ihmiset, jotka Mesopotamiassa, Kreikassa, Vähässä Aasiassa ja muualla hävittivät metsät saadakseen viljelysmaata, eivät aavistaneetkaan, että he samalla panivat alun noiden maiden nykyiselle autiudelle, sillä hävittämällä metsät he hävittivät kosteuden kerääntymis- ja säilymiskeskkukset.¹¹⁹ Alppien italialaiset asukkaat hakatessaan vuoriston etelärinteiltä kuusimetsät, joita niin huolellisesti suojeltiin pohjoisrinteillä, eivät aavistaneet, että he tuhosivat siten juuria myöten alueensa karjatalouden perustan; vielä vähemmän he aavistivat, että he tekevät siten vuoristolähteensä vedettömiksi suurimmaksi osaksi vuotta, jotta ne sadeaikoina voisivat tulvia yli tasankojen sitä hurjempina virtoina. Ne, jotka levittivät perunanviljelyä Eurooppaan, eivät tieneet, että he jauhomaisten mukuloiden mukana levittivät samalla risatautia. Niinpä siis joka askeleella saamme muistaa sen, ettemme suinkaan hallitse luontoa niin kuin valloittaja hallitsee vierasta kansaa, ettemme hallitse sitä luonnon ulkopuolella olevina, vaan että me ruumiinemme, verinemme ja aivoinemme kuulumme luontoon ja elämme sen keskellä, että koko valtamme luontoon nähden on siinä, että toisin kuin muut olennot voimme tiedostaa luonnon lait ja soveltaa niitä oikealla tavalla.

Ja todellakin opimme päivä päivältä yhä paremmin ymmärtämään luonnon lakeja ja tiedos-

tamaan niin läheisimmät kuin kaukaisimmatkin jälkivaikutukset, joita puuttumisemme luonnon perinnäiseen kulkuun aiheuttaa. Varsinkin luonnontutkimuksen valtava edistys tällä vuosisadalla on antanut meille yhä enemmän tilaisuutta oppia tuntemaan myös etäisimmät, ainakin tavallisimmista tuotannollisista toiminnoistamme johtuvat luonnolliset jälkivaikutukset ja siten hallitsemaan niitä. Mutta mitä suuremmassa mittassa tämä toteutuu, sitä enemmän tulevat taas ihmiset paitsi tuntemaan myös tiedostamaan olevansa yhtä luonnon kanssa ja sitä mahdottomammaksi käy se järjen- ja luonnonvastainen käsitys hengen ja materian, ihmisen ja luonnon, sielun ja ruumiin vastakohtaisuudesta, joka klassisen antiikin rappeuduttua levisi Euroopassa ja kehittyi huippuunsa kristinuskossa.

Mutta jos tarvittiin vuosituhansien työ ennen kuin opimme jossakin määrin arvioimaan tuotannollisten tekojemme myöhempiä *luonnollisia* vaikutuksia, niin vielä paljon vaikeampaa se oli näiden tekojen myöhempien *yhteiskunnallisten* vaikutusten kohdalla. Mainitsimme jo perunat ja niistä johtuneen risataudin leviämisen. Mutta mitä on risatauti verrattuna niihin vaikutuksiin, joita työväen ravinnon rajoittaminen pelkkään perunaruookaan aiheutti kokonaisten maiden kansanjoukkojen elämälle? Mitä on risatauti verrattuna siihen nälänhätään, joka kohtasi Irlantia 1847 perunaruton seurauksena ja vei miljoonan perunoilla tai miltei yksinomaan perunoilla elävää irlantilaista hautaan ja pakotti kaksi miljoonaa siirtymään valtameren taa! Kun arabialaiset oppivat tislaamaan alkoholia, he eivät voineet kuvitellakaan, että he siten olivat luoneet yhden niistä pääasiallisimmista välikappaleista, joilla tultaisiin tuhoamaan silloin vielä tuntemattoman Amerikan alkuasukkaat. Ja

kun Kolumbus sitten löysi Amerikan, hän ei tiennyt, että hän siten herättäisi uudelleen henkiin orjuuden, josta jo kauan sitten oli päästy Euroopassa, ja laskisi perustan neekerikaupalle. Miehet, jotka 17. ja 18. vuosisadoilla ahersivat valmistaakseen höyrykoneen, eivät aavistaneet tekevänsä välikappaletta, joka oli enemmän kuin mikään muu mullistava yhteiskunnallisia oloja koko maailmassa ja joka varsinkin Euroopassa oli johtava rikkauden keskittymiseen vähemmistön käsiin ja suunnattoman enemmistön proletarisoitumiseen, oli antava ensin porvaristolle yhteiskunnallisen ja poliittisen herruuden ja sitten synnyttävä porvariston ja proletariaatin välisen luokkataistelun, joka voi päättyä vain porvariston kukistamiseen ja kaikkien luokkavas-takohtien hävittämiseen. — Mutta tälläkin alalla opimme vähitellen pitkäaikaisten, usein kovien kokemusten tietä sekä vertailemalla ja tutkimalla historiallista aineistoa saamaan selville tuotannollisen toimintamme välilliset ja etäisimmät yhteiskunnalliset vaikutukset, ja siten meille käy mahdolliseksi hallita ja säädellä myös näitä vaikutuksia.

Mutta tämän säätelyn toteuttaminen vaatii muutakin kuin pelkkää tietoa. Siihen kuuluu nykyisen tuotantotapamme ja samalla nykyisen yhteiskuntajärjestyksemme täydellinen mullistus.

Kaikkien tähänastisten tuotantotapojen tavoitteena on ollut vain lähimmän; välittömimmän hyötytehon saaminen. Etäisemmät, vasta myöhempänä aikana vähitellen toistuessaan ja karttuessaan vaikutuksensa alkaneet seuraukset ovat jääneet kokonaan huomioon ottamatta. Alkuperäinen maan yhteisomistus vastasi toisaalta ihmisten sellaista kehitystasetta, joka yleensä rajoitti heidän näköpiirinsä kaikkein lähimpään,

ja edellytti toisaalta että käytettävissä oli tietty määrä vapaata maata, joka jätti jonkin verran liikkuma-alaa alkeellisesta taloudenhoidosta koituvien mahdollisten epäsuotuisten seurausten korjaamiseksi. Kun tämä vapaa maa oli käytetty, niin myös yhteisomistus rappeutui. Mutta kaikki korkeammat tuotantomuodot ovat johtaneet väestön jakautumiseen eri luokkiin ja siten hallitsevien ja sorrettujen luokkien vastakohtaisuuteen; hallitsevan luokan eduista on näin tullut tuotannon liikkeelle paneva tekijä, mikäli tuotanto ei ole rajoittunut sorrettujen äärimmäisen niukkaan elatukseen. Täydellisimmässä muodossaan se on tapahtunut Länsi-Euroopassa nykyisin vallitsevassa kapitalistisessa tuotantotavassa. Yksityiset, tuotantoa ja vaihdantaa hallitsevat kapitalistit saattavat huolehtia vain toimintojensa välittömästä hyötyvaikutuksesta. Vielä tämä hyötyvaikutuskin — sikäli kuin kysymyksessä on tuotetun tai vaihdetun tavaran hyödyllisyys — jää kokonaan taka-alalle; myynnissä saatava voitto muodostuu ainoaksi kannustimeksi.

Porvariston yhteiskuntatiede, klassinen taloustiede, käsittelee etupäässä vain tuotantoon ja vaihdantaan kohdistuvien ihmistekojen välittömästi tavoiteltuja yhteiskunnallisia vaikutuksia. Tämä vastaa täydellisesti sitä yhteiskunnallista järjestystä, jonka teorettinen ilmaisu se on. Koska yksityiset kapitalistit tuottavat ja vaihtavat vain välittömän voiton vuoksi, voi kysymykseen tulla ensisijaisesti vain lähimpien, välittömimpien tulosten tarkastelu. Kun yksityinen tehtailija tai kauppias myy tuottamansa tai ostamansa tavaran tavanomaisella voitolla,

hän on tyytyväinen eikä häntä huoleta vähääkään se, miten tavaralle ja sen ostajalle myöhemmin käy. Yhtä vähän huolestuttavat häntä näiden samojen toimintojen luonnolliset vaikutukset. Kuuban espanjalaisia plantaasin omistajia, jotka polttivat metsät vuorien rinteiltä ja saivat siten tuhkasta lannoitteen mitä suurinta voittoa tuottaviin kahvipensaisiin *yhden* sukupolven ajaksi, ei liikuttanut vähääkään se, että tropiikin kaatosateet sittemmin huuhtoivat suojattomaksi jääneen ruokamullan pois ja jättivät jäljelle vain paljaat kalliot. Niin luontoon kuin yhteiskuntaankin nähden pidetään nykyisen tuotantotavan vallitessa silmällä etupäässä vain ensimmäistä kouraantuntuvaa menestystä ja siten vielä ihmetellään kun tähän suuntautuvien tekojen myöhemmät jälkivaikutukset ovat kokonaan toisenlaisia, useimmiten aivan päinvastaisia; kun kysynnän ja tarjonnan sopusointu muuttuu täydelliseksi vastakohtakseen, kuten teollisuuden jokaisen kymmenvuotisjakson kulku on osoittanut ja mistä Saksa on saanut »romahduksessa»¹²⁰ pientä esimakua; kun omaan työhön perustuva yksityisomistus kehittyy välttämättömästi työläisten omistamattomuudeksi, samalla kun kaikki omaisuus keskittyy yhä enemmän ja enemmän työtätekemättömien käsiin; kun [...]*

* Käsikirjoitus katkeaa tähän. *Toim.*

[MUISTIINPANOJA JA KATKELMIA]

[TIETEEN HISTORIASTA]

. . .

On tutkittava luonnontieteen eri alojen *perättäistä kehitystä*. — Ensin *tähtitiede*, se on jo vuodenaikojen tähden niin paimentolais- kuin maanviljelijäkansoillekin ehdottoman tarpeellista. Tähtitiede voi kehittyä vain *matematiikan* avulla. Tämä täytyy siis samoin ottaa työn alle. — Edelleen tietyllä maanviljelyksen kehitysteella ja tietyillä alueilla (vedennosto kastelutarkoituksiin Egyptissä) ja erityisesti kaupunkien syntyessä ja elinkeinojen kehittyessä *mekaniikka*. Pian se oli myös tarpeellista *merenkululle* ja *sodalle*. — Sekin kaipaa matematiikan apua ja vie siten sen kehittämistä eteenpäin. Jo alusta alkaen on tieteiden synty ja kehitys tuotannon määräämää.

Varsinainen tieteellinen tutkimus koko muinaisaikana rajoittuu näihin kolmeen aineeseen, ja täsmällisenä ja systemaattisena tutkimuksena se jää vasta klassisen jälkeiseen kauteen (aleksandrialaiset, Arkhimedes jne.). Fysiikassa ja kemiassa, joita silloin tuskin käsitettiin toisistaan erillään (alkuvoimateoria, käsityksen puuttuminen kemiallisesta alkuaineesta), kasvitieteessä, eläintieteessä, ihmisen ja eläinten anatomiasa saatiin siihen mennessä vain koota tosiasioita ja järjestellä näitä mahdollisimman systemaattisesti. Fysiologia oli puhdasta arvai-

lua, mikäli etäännyttiin kouraantuntuvimmista asioista — esim. ruoansulatus ja erittäminen — eikä toisin voinut ollakaan niin kauan kuin ei edes verenkiertoakaan tunnettu. — Tämän kauden lopussa ilmaantuu kemia alkemian alkumuodossa.

Kun keskiajan pimeän yön jälkeen tieteet syntyvät uudelleen äkkiä ja aavistamattomalla voimalla ja kasvavat ihmeen nopeasti, olemme kiitollisuuden velassa jälleen tästä ihmeestä tuotannolle. Ensiksikin teollisuus oli suunnattomasti kehittynyt lähtien ristiretkien ajoista ja oli tuonut päivänvaloon joukon uusia mekaanisia (kutominen, kellojen valmistus, myllyt), kemiallisia (värjääminen, metallurgia, alkoholi) ja fysikaalisia (silmälasit) tosiasioita ja nämä toivat mukanaan paitsi suunnatonta havaintomateriaalia myös aivan toisenlaisia välineitä kokeitten tekoon kuin siihenastiset ja sallivat *uusien* kojeiden rakentamisen. Voidaan sanoa, että varsinainen järjestelmällinen kokeellinen tiede tuli vasta nyt mahdolliseksi. Toiseksi koko Länsi- ja Keski-Eurooppa Puolaa myöten kehittyi nyt keskinäisessä yhteydessä, vaikka Italia olikin vielä kärjessä menneisyydeltä perityn sivistyksensä johdosta. Kolmanneksi maantieteelliset löydöt — puhtaasti elinkeinojen palveluksessa, siis viime kädessä tuotannon aikaansaamina — avasivat loputtoman, siihen asti saavuttamattomissa olleen aineiston meteorologian, eläintieteen, kasvitieteen ja (ihmisen) fysiologian alalta. Neljänneksi oli tullut *kirjapaino*.*

Nyt — puhumattakaan matematiikasta, tähtitieteestä ja mekaniikasta, jotka jo olivat olemassa — fysiikka eroaa lopullisesti kemiasta

* Käsikirjoituksen rehvassa on merkintö: »Tähän asti on yllistetty sitä, mistä tuotannon on kiittäminen tiedettä, mutta tiede saa kiittää tuotantoa äärettömästi enemmän». *Toim.*

(Torricelli, Galilei — edellinen tutkii ensimmäisenä nesteitten liikettä teollisten vesirakennelmien yhteydessä — ks. Clerk Maxwell). Boyle vakiinnuttaa kemian tieteenä, Harvey (ihmisen ja eläinten) fysiologian keksimällä verenkierron. Eläin- ja kasvitiede jäävät vielä keräilemistieteiksi, kunnes paleontologia astuu esiin — Cuvier — ja pian sen jälkeen keksitään solu ja kehittyvä orgaaninen kemia. Siten tulevat vertaileva muoto-oppi ja vertaileva fysiologia mahdollisiksi ja siitä alkaen molemmat todellisina tieteinä. Viime vuosisadan lopulla perustetaan geologia, viime aikoina se mitä (epäonnistuneesti) nimitetään antropologiaksi — joka välittää siirtymisen ihmisen ja sen rotujen muoto-opista ja tysiologiasta historiaan. Asiaa on tutkittava yksityiskohdissaan ja kehitettävä eteenpäin.

* * *

ANTIIKIN FILOSOFIEN LUONNONNÄKEMYS

(Hegel, »Geschichte der Philosophie»,
Bd. I. — Kreikkalainen filosofia)¹²¹

Aristoteles (Metafysiikka I, 3) sanoo ensimmäisten filosofien väittävän, että

»se mistä kaikki olevainen on, ja mistä ensimmäisestä se syntyy ja mihin viimeiseen se häviää, se mikä substanssina (ουσια) pysyy aina samana ja vain määrityksissään (πιδεσι) muuttuu, on kaiken olevaisen elementti (στοιχείον) ja alkuperuste (ἀρχή)... Sen tähden he ovat sitä mieltä, että mikään olio ei tule (οὔτε γίνεσθαι οὐδεν) eikä häviä, koska sama luonto säilyy aina.» (S. 198.)

Tässä esiintyy siis jo koko alkuperäinen luonnonvarainen materialismi, joka alusta alkaen aivan luonnollisesti pitää itsestään selvänä luonnonilmiöiden ykseyttä niiden äärettömässä moninaisuudessa ja etsii sitä jostakin tietystä ai-neellisesta, erityisestä, kuten Thales vedestä.

Cicero sanoo:

»*Thales** Miletolainen... selitti veden olioiden perusaineeksi, mutta jumaluuden hengeksi, joka muodostaa kaiken vedestä.» (»De Natura Deorum» I, 10.)

Hegel selittää tämän aivan oikein Ciceron omaksi lisäykseksi ja jatkaa:

»Mutta tämä kysymys, uskoiko Thales sitä paitsi jumalaan, ei liikuta tässä meitä, kysymys ei ole olettamisesta, uskomisesta tai kansan uskonnosta... ja jos hän puhuu jumalasta kaikkien esineiden muodostajana vedestä, emme tietäisi mitään enempää tästä olemuksesta... Se on tyhjä sana ilman käsitettään.» Sivu 209. (Noin 600 eKr.)

Vanhimmat kreikkalaiset filosofit olivat samalla luonnontutkijoita: *Thales*, geometri, määrittänyt vuoden 365 päiväksi. Hänen sanotaan enustaneen auringonpimennyksen — *Anaksimandros* teki aurinkokellon, eräänlaisen kartan περιμετρον maasta ja merestä ja erilaisia tähtitieteellisiä kojeita. — Pythagoras oli matemaatikko.

Anaksimandros Miletoksesta antaa Plutarkhoksen mukaan (Quaestiones convivales, VIII, 8) *ihmisen syntyä kalasta ja tulla vedestä maalle** (sivu 213). Hänelle ἀρχή και στοιχείον τὸ ἀπειρον**, ilman että niitä määritetään (διοριστων) ilmaksi tai vedeksi tai joksikin muuksi (Diogenes Laërtios, II, § 1) [s. 210]. Hegel (s. 215) ilmaisee tämän äärettömän oikein sanoilla: »määreetön materia» (noin v. 580).

Anaksimenes Miletoksesta asettaa *ilman* peruselementiksi ja alkuperusteeksi, joka on äärettömän (Cicero »De Natura Deorum» I, 10) ja

»siitä lähtee kaikki ja siihen hajoaa jälleen kaikki» (Plutarkhos »De placitis philosophorum», I, 3).

Tällöin ilma, ἀήρ = πνεῦμα***:

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

** — alkuperusteena ja peruselementtinä on rajoittamaton (kursivointi Engelsin). *Toim.*

*** — henkäys = henkl. *Toim.*

»Kuten sielunne, joka on ilmaa, pitää meitä koossa, niin myös koko maailma on henkeä (πνεῦμα) ja ilmaa yhdessä; henki ja ilma ovat samaa merkitseviä.» (Plutarkhos)¹²² [ss. 215—216].

Sielu ja ilma on käsitetty yleiseksi väliaineeksi (noin 555). Aristoteles jo sanoo, että nuo vanhemmat filosofit sijoittavat alkuolemuksen jonkinlaiseen materiaan: ilmaan ja veteen (ja ehkä Anaksimandros on molempien välimuoto); myöhemmin Herakleitos tulee, mutta kukaan ei maahan sen moninaisen koostumuksen vuoksi (διὰ τὴν μεγάλουμέρειαν) »Metafysiikka», I, 8 (s. 217).

Heistä kaikista sanoo Aristoteles oikein, että he jättävät selittämättä liikkeen alkuperän. (S. 218 ja seur.)

Pythagoras Samokselainen sanoo (noin 540): luku on alkuperuste:

»Luku on kaikkien olioiden olemus, ja maailmankaikkeuden järjestys yleensä määrityksineen on lukujen ja niiden suhteiden harmoninen järjestelmä*.» (Aristoteles, »Metafysiikka» I, 5 passim**.)

Hegel huomauttaa oikeutetusti

»tuollaisen puheen rohkeudesta, mikä lyö kerralla matalaksi kaiken mitä käsitys pitää olevaisena ja olemuksellisena (totena) ja tuhoaa aistimuksellisen olemuksen» ja sijoittaa olemuksen yhteen, joskin vielä hyvin rajoitettuun ja yksipuoliseen ajatusmääritteeseen. [Ss. 237—238.]

Kuten luku on tiettyjen lakien alainen, niin myös maailmankaikkeus; sen lainmukaisuus lausutaan täten ensimmäistä kertaa julki. Pythagoraan sanotaan pelkistäneen musikaalisen harmonian matemaattisiin suhteisiin. Samoin:

»Keskelle pythagoralaiset olivat sijoittaneet tulen, mutta Maa kiersi tähtenä tämän keskuskappaleen ympäri.» (Aristoteles »De coelo», II, 13.) [S. 265.]

* Kursivointi Engelsin. Toim.

** — eri paikoissa. Toim.

Tämä tuli ei ole Aurinko; kuitenkin se on ensimmäinen aavistus siitä, että *Maa liikkuu*. Hegel planeettajärjestelmästä:

»...Sille harmonialle, joka määrää etäisyydet [planeettojen välillä], matematiikka ei ole vielä kyennyt antamaan mitään perustetta. Empiiriset luvut tunnetaan tarkalleen; mutta kaikki näyttää sattumalta, ei välttämättömyydeltä. Tunnetaan likipitäen etäisyyksien säännönmukaisuus ja siten on onnistuttu aavistamaan Marsin ja Jupiterin välillä planeettoja, joista myöhemmin on löydetty Ceres, Vesta, Pallas jne. Mutta sellaista johdonmukaista sarjaa, jossa on järkeä ja ymmärrystä, tähtitiede ei ole tässä vielä löytänyt. Se suhtautuu pikemminkin halveksivasti tämän sarjan säännönmukaiseen esittämiseen; mutta itse asiassa tämä on erittäin tärkeä seikka, josta ei saa luopua.» (Ss. 267—268.)

Kaiken naiivin materialistisen kokonaiskäsityksen ohella on jo vanhemmilla kreikkalaisilla myöhemmän kahtiajaon ydin. Sielu on jo Thaleksella jotakin erityistä, ruumiista eroavaa (hän sanoo magneetillakin olevan sielun), Anaksimeksella se on ilmaa (kuten Genesiksessä)¹²³, pythagoralaisille se on jo kuolematonta ja valtavaa, ruumis on heille puhtaasti satunnainen. Myös pythagoralaisilla on sielu »etterin sirpale (ἀπὸσπασμα αἰθέρος)» (Diogenes Laërtios, VIII, § 26—28), jolloin kylmä etteri on ilmaa, tiivis etteri muodostaa meren ja kosteuden [279—280].

Aristoteles moittii oikein pythagoralaisia:

Luvuillaan »he eivät sano, kuinka liike syntyy ja kuinka ilman liikettä ja muutosta on syntymistä ja häviämistä tai taivaallisten olioiden tiloja ja toimintoja» (»Metafyiikka», I, 8) [s. 277].

Pythagoraan kerrotaan saaneen selville aamu- ja iltatähden samuuden ja sen, että Kuu saa valonsa Auringolta. Hän keksi myös Pythagoraan teoreeman.

»Pythagoraan kerrotaan antaneen hekatombin* keksittyään tämän oppilauseen... Ja erinomaista se lieene ollut, koska hänen ilonsa meni niin pitkälle, että hän pani toimeen suuren juhlan, johon oli kutsuttu rikkaat ja koko kansa; se maksoi vaivan. Se oli riemua, hengen (tiedon) iloa — härkien kustannuksella.» (S. 279.)

Elealaiset.

* * *

*Leukippos ja Demokritos.*¹²¹

»Leukippos ja hänen oppilaansa Demokritos asettavat elementeiksi *täyden* ja *tyhjän*, millä he tarkoittavat olevaa ja olematonta, samalla kun he ymmärtävät *täydellä* ja *kiinteällä*» (ts. atomeilla) »olevaa, sitä vastoin tyhjällä ja ontolla olematonta. Siksi he sanovat, ettei olevaa ole yhtään enempää kuin olematonta. Mutta nämä elementit ovat heille olemisen alkuperusteita materian tavoin. Ja samoin kuin ne ajattelijat, jotka lähtevät yhden perussubstanssin ykseyden olettamisesta ja johtavat kaiken muun sen ominaisuuksista... aivan samalla tavalla pitävät nämäkin filosofit *eroja*» (nimittäin atomien välisiä eroja) »muun syynä. Sellaisia eroja *he olettavat kolme: muoto, järjestys ja paikka*... Siten *A* eroaa *N:stä* muodon mukaan, *AN* eroaa *NA:sta* järjestyksen mukaan ja *Z* eroaa *N:stä* paikan mukaan.» (Aristoteles, »Metafysiikka» kirja I, luku 4.)

Leukippos »on ensimmäisenä esittänyt atomit alkuperusteina... ja niitä hän nimittää elementeiksi. Niistä syntyvät lukemattomat maailmat ja hajoavat jälleen elementeiksi. Mutta maailmat syntyvät seuraavalla tavalla: lukuisat mitä monimuotoisimmat kappaleet liikkuvat *sitä mukaa kuin ne irtautuvat äärettömästä* suureen tyhjiin avaruuteen; yhteenkasautuneina ne muodostavat yhden ainoan pyörteen, jonka kautta ne toisiinsa törmäten ja moninkertaisesti toisiaan kiertäen tulevat erotetuiksi siten, että samanlainen yhtyy samanlaiseen. Kun ne eivät näin *syntyneen tasapainon johdosta* enää voi pyöriä kehässä, *hienommat (kevyemmät) väistyvät ulkopuolisen tyhjän suuntaan* ikään kuin seulottuina, muut pysyvät yhdessä, kulkevat toisiinsa kietoutuneina yhtä matkaa ja muodostavat siten ensimmäisen pallonmuotoisen kokonaisuuden.» (Diogenes Laërtios, kirja IX, luku 6.)

Seuraava Epikuroksesta:

* — sadan härän uhri. *Toim.*

»Atomit *liikkuvat* lakkaamatta. Myöhemmin hän sanoo kuitenkin, että ne liikkuvat *yhtä nopeasti*, koska *tyhjiys* antaa yhtä paljon perään *kevyimmälle kuin raskaimmallekin atomille...* Atomeilla ei olisi mitään laatuja, ainoastaan *muoto, suuruus ja paino...* *Eikä niiden paino voi olla mikä tahansa. Atomia ei ole koskaan ainakaan havaittu aistimin.*» (Diogenes Laërtios, kirja X, § 43—44). »Edelleen atomit saavat välttämättä saman nopeuden, koska ne eivät tyhjiyden läpi liikkessaan törmää mihinkään vastukseen. Sillä raskaat atomit eivät tule liikkumaan nopeammin kuin pienet ja kevyet, ainakaan jos ne eivät törmää mihinkään esteeseen, eivätkä pienet nopeammin kuin suuret, *vaikka niillä on kaikilla sopiva tie*, eikä niillä esiinny mitään vastusta.» (Sama, § 61.)

»On siis selvää, että *yksi* on jokaisessa [olioiden] lajissa määrätyn luontoinen ja että itse tämä yksi ei ole minkään esineen luonto.» (Aristoteles, »Metafysiikka», kirja IX, luku 2.)¹²⁵

. . .

Aristarkhos Samoslaisella oli jo 270 ennen Kr. kopernikaalinen teoria *Maasta ja Auringosta*. (Mädler, s. 44, Wolf, ss. 35—37.)¹²⁶

Jo *Demokritos* oli arvellut, että *linnunrata* lähettää meille lukemattomien pienten tähtien yhdistetyn valon. (Wolf, s. 313.)

. . .

ERO TILANTEESSA VANHAN AJAN LOPUSSA (noin v. 300) JA KESKIAJAN LOPUSSA (1453)

1) Pitkin Välimeren rannikkoa esiintyneen kaapean kulttuurikaistan sijasta, jonka haarautumat siellä täällä ulottuivat Atlantin rannikolle Espanjassa, Ranskassa ja Englannissa ja jonka saksalaiset ja slaavit pohjoisesta käsin sekä arabit kaakosta saattoivat niin holposti murtaa ja vyöryttää, on nyt yhtenäinen kulttuurialue koko Länsi-Euroopassa, Skandinavia, Puola ja Unkari etuvartiinaan.

2) Kreikkalaisten (ja roomalaisten) ja toi-

saalta barbaarien välillä vallinneen vastakohtaisuuden sijasta on nyt kuusi kulttuurikansaa ja niillä kulttuurikielet (skandinaavisia jne. lukuun ottamatta), jotka kaikki olivat niin kehittyneet, että saattoivat osallistua 14. vuosisadan valtavaan kirjalliseen nousuun ja taata paljon suuremman sivistyksen monipuolisuuden kuin vanhan ajan lopussa jo rappeutuneet ja kuolleet kreikan ja latinan kielet.

3) Keskiaikainen porvaristo loi verrattomasti korkeamman teollisen tuotannon ja kaupan kehityksen; toisaalta tuotanto oli kehittyneempää, monipuolisempaa ja laajempaa, toisaalta kaupankäynti oli paljon tehokkaampaa; toisaalta merenkulku saksilaisten, friisien ja normannien ajoilta alkaen oli verrattomasti rohkeampaa ja toisaalta tehtiin lukuisia keksintöjä (ja itämaisten keksintöjen tuonti), jotka vasta tekivät mahdolliseksi kreikkalaisen kirjallisuuden tuonnin ja levittämisen, merilöydöt ja porvarillisen uskonnollisen vallankumouksen ja sitä paitsi antoivat niille aivan toisenlaisen ja nopeamman kantavuuden; ne toivat lisäksi mukanaan suuren joukon tieteellisiä, vaikkakin vielä järjestämättömiä tosiseikkoja, jollaisista vanhalla ajalla ei ollut käsitystäkään: magneettineula, kirjapaino, kirjasimet, pellavapaperi (jota arabit ja Espanjan juutalaiset käyttivät 12. vuosisadalta alkaen; puuvillapaperi, joka vähitellen alkoi tulla käyttöön 10. vuosisadalla ja yleistyi huomattavasti 13. ja 14. vuosisadalla papyruksen hävitessä kokonaan käytöstä arabien tultua Egyptiin), ruuti, *silmälasit*, *m e k a a n i s e t k e l l o t*, mikä oli suuri edistysaskel sekä *ajanlaskulle* että *mekaniikalle*.

(Keksinnöistä ks. n:o 11.)*

* Engels tarkoittaa muistiinpanojensa 11. lehteä. Tälle lehdelle kirjoitettu keksintöjen kronologinen taulukko esitetään tuonnempana. *Toim.*

Tämän lisäksi *matka*-aineisto (Marco Polo, noin 1272 jne.).

Yliopistojen paljon laajemmalle levittämä yleissivistys, vaikka se onkin vielä huonoa.

Vanha aika päättyi Konstantinopolin nous-
tessa ja Rooman rappeutuessa. Keskiajan loppu
on erottamattomasti sidottu Konstantinopolin
kukistumiseen. Uusi aika alkaa paluulla kreik-
kalaisiin. — Kieltämisen kieltäminen!

. . .

HISTORIALLISTA. — KEKSINTÖJÄ

Ennen Kr.:

Paloruisku, vesikello n. 200 eKr., kadunpääl-
lystys (Rooma).

Pergamentti noin v. 160.

Jälkeen Kr.:

Vesimyllyt *Moselin varrella* noin v. 340;
Saksassa Kaarle Suuren aikaan.

Ensimmäiset merkit lasi-ikkunoista. Katuva-
laistus Antiokiassa noin v. 370.

Silkkimadot Kiinasta noin v. 550 Kreikkaan.

Sulkakynät 6. vuosisadalla.

Puuvillapaperi Kiinasta arabeille 7. vuosisa-
dalla; 9. vuosisadalla Italiaan.

Vesiurut Ranskassa 8. vuosisadalla.

Hopeakaivokset Harzissa, joissa työskennel-
tiin 10. vuosisadalta alkaen.

Tuulimyllyt noin v. 1000.

Nuotit, Guido Arezzolaisen sävelasteikko noin
v. 1000.

Silkinviljelys Italiassa noin 1100.

Rataskellot — samoin.

Magneettineula arabeilta eurooppalaisille noin
1180.

Kadunpäällystys Pariisissa 1184.

- | | | |
|--|---|---|
| Silmälasit Firenzessä. Lasi-
peilit. | } | 13. vuosi-
sadan toinen
puolisko. |
| Sillin suolaaminen. Patosulut. | | |
| Lyömäkellot. Puuvillapaperi | | |
| Ranskassa. | | |
| Lumpupaperi — 14. vuosisadan alku. | | |
| Vekseli — saman vuosisadan keskivaiheilla. | | |
| Ensimmäinen paperimylly Saksassa (Nürnberg) 1390. | | |
| Katuvalaistus Lontoossa 15. vuosisadan alussa. | | |
| Posti Venetsiassa — samoin. | | |
| Puukaiverrus ja paino — samoin. | | |
| Kuparikaiverrus — samoin keskivaiheilla. | | |
| Ratsastava posti Ranskassa 1464. | | |
| Erzgebirge — saksilaiset hopeakaivokset 1471. | | |
| Poljinklaveeri, keksitty 1472. | | |
| Taskukellot. Ilmapyssyt. Kiväärinlukko 15. vuosisadan lopulla. | | |
| Rukki 1530. | | |
| Sukelluskello 1538. | | |

. . .

HISTORIASTA¹²⁷

Nykyaikainen luonnontiede — ainoa, jota voidaan sanoa tieteeksi verrattaessa sitä kreikkalaisten nerokkaihin oivalluksiin ja arabien hajanaisiin tutkimuksiin — alkaa siitä valtavasta aikakaudesta, jolloin porvaristo murskasi feodalismia ja jolloin kaupunkilaisten ja feodaalialueiden välisen taistelun taustalla näyttäytyi kapinallinen talonpoikaisto ja sen takana uuden aikaisen proletariaatin vallankumoukselliset edeltäjät punainen lippu kädessä ja kommunismi huulilla, siitä aikakaudesta, joka loi Euroopan suuret monarkiat, murti paavin henkisen diktatuurin, loihti jälleen esiin kreikkalaisen antiikin ja sen mukanaan tuoman uuden ajan taiteen

korkeimman kehityksen, joka rikkoi vanhan orbiksen* rajat ja oikeastaan vasta löysi Maan.

Se oli suurin vallankumous, jonka Maa oli siihen mennessä kokenut. Myös luonnontiede eli tässä vallankumouksessa mukana, se oli läpeensä vallankumouksellista, kulki käsi kädessä suurten italialaisten heräävän uuden filosofian kanssa ja menetti marttyyreitaan polttorovioille ja vankiloihin. Kuvaavaa on, että protestantit ja katoliset kilpailivat heidän vainoamisessaan. Edelliset polttivat Servetin, jälkimmäiset Giordano Brunon. Se oli aikaa, joka tarvitsi jättiläisiä ja toi esiin jättiläisiä, oppineisuuden, hengen ja luonteen jättiläisiä, aikaa, jota ranskalaiset oikein nimittävät renessanssiksi ja protestanttinen Eurooppa nimittää yksipuolisen ahdasmielisesti uskonpuhdistukseksi.

Myös luonnontieteellä oli silloin oma itsenäisyysjulistuksensa¹²⁸, joka tosin ei tullut heti alkuun, kuten Lutherkaan ei ollut ensimmäinen protestantti. Mitä Lutherin suorittama bullanpoltto oli uskonnollisella alueella, sitä oli luonnontieteen alueella Kopernikuksen suuri työ, jossa hän, vaikkakin arastellen, 36-vuotisen epäröinnin jälkeen ja niin sanoaksemme kuolinvuoteellaan heitti kirkolliselle taikauskolle taisteluansikkaan. Siitä alkaen oli luonnontutkimus olennaisesti vapautunut uskonnosta, vaikka kaikkien yksityiskohtien täydellinen erittely onkin viipynyt tähän päivään asti eikä monissa päissä vielä ole läheskään valmis. Mutta siitä alkaen tieteen kehitys lähti jättiläisaskelin eteenpäin, se otti ajallisen etäisyyden niin sanoaksemme neliöön korotettuna lähtökohdastaan lukien, aivan kuin se olisi halunnut näyttää maailmalle, että orgaanisen materian liikkeen korkeimmalle

* — orbis terrarum — Maan piiri. *Toim.*

kukalle, ihmishengelle, pätee päinvastainen laki kuin epäorgaanisen materian liikkeelle.

Uudemman luonnontieteen ensimmäinen kausi — epäorgaanisen alalla — päättyy Newtoniin. Se on annetun aineiston omaksumisen kautta ja se sai matematiikan, mekaniikan ja tähtitieteen, statiikan ja dynamiikan alalla suuria aikaan, erittäinkin Keplerin ja Galilein ansiosta, joiden tutkimuksista Newton teki johtopäätöksensä. Mutta orgaanisen alueella ei ollut päästy ensi askeleita pitemmälle. Historiallisesti toisiaan seuraavien ja toisiaan pois tunkevien elämänmuotojen sekä niitä vastaavien vaihtelevien elämänolojen tutkimusta — paleontologiaa ja geologiaa — ei vielä ollut. Luontoa ei yleensä pidetty minään historiallisesti kehittyvänä, sellaisena jolla on oma historiansa ajassa; vain ulottuvuus avaruudessa tuli kysymykseen; eri muodot ryhmiteltiin vain rinnakkain, ei peräkkäin; luonnonhistoria oli pätevä kaikiksi ajoiksi kuten planeettojen ellipsiradat. Kaikelta lähemmältä orgaanisen muodostuman tutkimukselta puuttivat molemmat ensiperusteet, kemia ja oleellisen orgaanisen rakennemuodon, solun, tuntemus. Aluperin vallankumouksellinen luonnontiede seiso i läpeensä konservatiivisen luonnon edessä, missä kaikki oli vielä niin kuin maailman alussa ja missä kaikki tulisi maailman loppuun asti pysymään sellaisena kuin se oli ollut alusta alkaen.

Kuvaavaa on, että tämä konservatiivinen luonnonnäkemy s niin epäorgaanisessa kuin orgaanisessakin [...]*

Tähtitiede	Fysiikka	Geologia	Kasvifysiologia	Terapeu tiikka
Mekaniikka	Kemia	Paleon tologia	Eläinfysiologia	Diagnos tiikka
Matema tiikka		Minera logia	Anatomia	

* Lause on jäänyt kesken. Toim.

Ensimmäinen murtuma: Kant ja Laplace. Toinen: geologia ja paleontologia (Lyell, verkainen kehitys). Kolmas: orgaaninen kemia, joka valmistaa orgaanisia kappaleita ja osoittaa kemiallisten lakien pätevän elollisiin kappaleihin. Neljäs: 1842, mekaaninen lämpö [teoria]. Grove. Viides: Darwin, Lamarck, solu jne. (taistelu, Cuvier ja Agassiz). Kuudes: *vertaileva elementti* anatomiaassa, klimatologia (isotermit), eläin- ja kasvimaantiede (tieteelliset tutkimusmatkat 18. vuosisadan keskivaiheilta lähtien), yleensä fyysinen maantiede (Humboldt). Materiaalin yhtenäistäminen. Muoto-oppi (Baerin embryologia).*

Vanha teleologia on joutunut hiiteen, mutta nyt on aivan varmaa, että materia ikuisessa kiertokulussaan liikkuu lakien mukaan, jotka tietyllä asteella — milloin siellä milloin täällä — tuottavat välttämättömästi orgaanisessa olennessa ajattelevan hengen.

Eläinten normaali olemassaolo on annettuna niissä samanaikaisissa olosuhteissa, joissa ne elävät ja joihin ne mukautuvat, mutta ihmisen olemassaolon ehdot, kun hän on juuri erottunut eläimestä sanan ahtaassa mielessä, eivät vielä ole koskaan olleet käsillä, ne on vasta tulevan historiallisen kehityksen muokattava. Ihminen on ainoa eläin, joka työllään pystyy vapauttamaan itsensä pelkästä eläimellisestä tilasta; hänen normaalitilansa on se mikä vastaa hänen tietoisuuttaan ja mikä on hänen itsensä luotava.

* Tähän asti koko muistiinpanojen teksti on käsikirjoituksessa pyyhitty yli pystysuoralla viivalla Engelsin käytettyä sitä »Johdannon» ensimmäisessä osassa (ks. tämän julkaisun ss. 23—36). Edelleen seuraa vielä kaksi kappaletta, joita on osittain käytetty »Johdannon» toisessa osassa (ks. ss. 37—47), mutta joita ei ole käsikirjoituksessa pyyhitty yli. *Toim.*

[Vulgarisoivat kulkukauppiaat, jotka kaupittelivat Saksassa viisikymmenluvulla materialismia, eivät millään tavalla ylittäneet opettajiaan.* Kaikki siitä lähtien tehdyt luonnontieteen edistysaskeleet olivat heille vain] uusia todisteita uskoa vastaan maailman luojasta; ja teorian edelleenkehittäminen olikin itse asiassa kokonaan heidän harrastustensa ulkopuolella. Vuosi 1848 oli pahasti haavoittanut idealismia, mutta materialismi oli tässä uudessa hahmossaan vajonnut vieläkin syvemmälle. Kun Feuerbach torjui vastuun *tästä* materialismista oli hän aivan oikeassa; hänen ei vain olisi pitänyt sekoittaa matkasaarnaajien oppia materialismiin yleensä.

Mutta noihin aikoihin oli empiirinen luonnontiede kokenut sellaisen nousun ja saavuttanut niin loistavia tuloksia, että se ei ainoastaan tehnyt mahdolliseksi 18. vuosisadan mekaanisen yksipuolisuuden täydellistä voittamista, vaan itse luonnontiedekin todistamalla luonnossa itsessään esiintyvät erilaisten tutkimusalojen (mekaniikan, fysiikan, kemian, biologian jne.) yhteydet muuttui empiirisestä teoreettiseksi tieteksi ja yleistämällä jo saavutetut tulokset kehittyi materialistisen luonnon tiedostamisen järjestelmäksi. Kaasujen mekaniikka, vasta luotu orgaaninen kemia, joka pyyhkäisi pois viimeisenkin jäännöksen niin sanotun orgaanisen yhdisteen suhteen vallinneesta käsittämättömyydestä tuottamalla noita orgaanisia yhdisteitä epäorgaanisista aineista; vuodesta 1818 alkanut tieteellinen embryologia, geologia ja paleontologia; kasvien ja eläinten vertaileva anatomia — kaikki ne tarjosivat uutta aineistoa tähän asti ennen-

* — 18. vuosisadan ranskalaisia materialisteja. Toim.

näkemättömässä määrässä. Ratkaiseva merkitys oli kuitenkin kolmella suurella keksinnöllä.

Ensimmäinen niistä oli lämmön mekaanisen ekvivalentin keksinnöstä (jonka tekivät Robert Mayer, Joule ja Colding) johtuva todistus energian muuttumisesta. Kaikki lukemattomat vaikuttavat syyt luonnossa, jotka tähän saakka olivat viettäneet salaperäistä, selittämätöntä olemassaoloaan niin sanottuina voimina — mekaaninen voima, lämpö, säteily (valo ja säteilevä lämpö), sähkö, magnetismi, yhdistymisen ja eroamisen kemiallinen voima —, on nyt todistettu yhden ja saman energian, ts. liikkeen, erityisiksi muodoiksi, olotavoiksi. Emme pysty pelkästään osoittamaan alituisesti luonnossa tapahtuvia energian muutoksia yhdestä muodosta toiseen, vaan voimme itse toteuttaa ne laboratorioissa ja teollisuudessa, jopa niin, että tiettyä määrää tietyn muotoista energiaa vastaa aina tietty määrä energian tätä tai tuota muotoa. Voimme esittää lämpöyksikön kilogrammametreissä, ja tietyn määrän sähköistä ja kemiallista energiaa ja niiden yksiköt jälleen lämpöyksiköissä ja päinvastoin; voimme samaten mitata täsmällisesti elävän organismin energiankäytön ja energianlisäyksen ja ilmaista sen missä yksikössä tahansa, esim. lämpöyksiköissä. Kaiken liikkeen ykseys luonnossa ei ole enää filosofinen väite, vaan luonnontieteellinen tosiasia.

Toinen — ajallisesti aikaisempi — on Schwannin ja Schleidenin suorittama orgaanisen solun keksiminen, solun toteaminen siksi yksiköksi, jonka lisääntymisestä ja erilaistumisesta kaikki organismit, paitsi alhaisimpia, syntyvät ja kasvavat. Vasta tästä keksinnöstä alkaen saa vanhan pohjan orgaanisten, elävien luonnontuotteiden tutkimus — niin vertaileva anatomia ja fysiologia kuin embryologiakin. Organismin syn-

tymiseltä, kasvamiselta ja rakenteelta oli salaisuus poistettu, tähän asti käsittämätön ihme oli paljastunut prosessiksi, joka tapahtuu kaikille monisoluisille organismeille oleellisesti identtisen lain mukaan.

Mutta vielä jäi oleellinen aukko. Jos kaikki monisoluiset — kasvit samoin kuin eläimetkin, ihmiset mukaan lukien — kehittyvät kukin yhdestä ainoasta solusta solun jakautumisen lain mukaisesti, niin mistä sitten näiden organismien ääretön erilaisuus on peräisin? Tähän kysymykseen vastasi kolmas suuri keksintö, kehitysoppi, jonka ensimmäisenä esitti ja perusteli Darwin yhtenäisessä muodossa. Niin monta muutosta kuin tämä teoria saattaakin yksityiskohdissaan kokea, se ratkaisee jo nyt ongelman kokonaisuudessaan enemmän kuin tyydyttävällä tavalla. Organismien kehityssarja muutamista yksinkertaisista yhä monimutkaisempiin — sellaisena kuin sen nyt näemme aina ihmiseen asti — on peruspiirteissään todistettu; siten on tullut mahdolliseksi selittää olemassaolevien luonnontuotteitten koostumus, lisäksi on myös annettu perusta ihmishengen esihistorialle, sen erilaisten kehitysvaiheiden seuraamiselle yksinkertaisesta rakentecttomasta, mutta ärsykkeitä vastaan otavasta alkeellisimpien organismien alkulimasta ajatteleviin ihmisaivoihin saakka. Mutta ilman tätä esihistoriaa ajattelevien ihmisaivojen olemassaolo jää ihmeeksi.

Nämä kolme keksintöä selittävät luonnon pää-tapahtumat palauttaen ne luonnollisiin syihin. Tässä jää vielä vain yksi asia suoritettavaksi: on selitettävä elämän syntyminen epäorgaanisesta luonnosta. Tämä ei merkitse tieteen nykyisellä tasolla mitään muuta kuin valkuaisaineen tuottamista epäorgaanisista aineista. Kemia tulee yhä lähemmäksi tämän tehtävän ratkaisua,

vaikka se onkin siitä vielä kaukana. Kun ajat-
telemme, että vasta 1828 Wöhler valmisti en-
simmäisen orgaanisen aineen, virtsa-aineen, epä-
orgaanisesta aineesta, ja kun nyt keinotekoisesti
ilman mitään orgaanisia aineita tuotetaan luke-
mattomia niin sanottuja orgaanisia yhdisteitä,
emme voi sanoa kemialle »seis» munanvalkuai-
sen edessä. Nykyisin kemia voi tuottaa jokaisen
orgaanisen aineen, jonka kokoonpanon se tar-
koin tuntee. Niin pian kuin munanvalkuaiskap-
paleitten kokoonpano on kerran tunnettu, kemia
voi ryhtyä tuottamaan elävää munanvalkuaista.
Mutta jos kemialta vaadittaisiin, että sen pi-
täisi tästä päivästä huomiseen suorittaa se, mikä
luonnolle itselleen onnistuu vain erittäin suotui-
sissa olosuhteissa joillakin taivaan kappaleilla
miljoonien vuosien jälkeen, — se olisi ihmeen
vaatimista.

Näin ollen materialistinen luonnonkäsitys sei-
soo nykyään vankemmin jaloillaan kuin viime
vuosisadalla. Silloin ymmärrettiin vain taivaan-
kappaleitten ja kiinteiden maanpäällisten kap-
paleiden liike painovoiman vaikutuksesta jos-
sakin määrin tyhjentävästi; melkein koko ke-
mian alue ja koko orgaaninen luonto pysyivät
käsittämättöminä salaisuuksina. Tänäpäin levit-
täytyy koko luonto eteemme ainakin peruspiir-
teissään selitettynä ja käsitettynä yhteyksien ja
tapahtumien järjestelmänä. Tosin materialisti-
nen maailmankatsomus ei merkitse mitään muu-
ta kuin luonnon yksinkertaista käsittämistä sel-
laisena kuin se esiintyy, ilman vieraita lisiä ja
siksi se oli kreikkalaisille filosofeille alunperin
jotakin itsestään selvää. Mutta noiden vanhojen
kreikkalaisten ja meidän välillä on enem-
män kuin kaksi vuosituhatta itse asiassa idea-
listista maailmankatsomusta, ja siksi paluu it-
sestään selvään on vaikeampaa kuin miltä se ensi

silmäyksellä näyttää. Sillä kysymys ei suinkaan ole noiden kahden vuosituhannen koko ajatussisällön yksinkertaisesta hylkäämisestä, vaan sen kritiikistä, väärän, mutta omalle ajalleen ja kehityskululle väistämättömän idealistisen muodon, tämän ohimenevän muodon, puitteissa saavutettujen tulosten esiin vetämisestä. Ja kuinka vaikeaa se on, sen todistavat meille ne lukuisat luonnontutkijat, jotka tieteessään ovat leppymättömiä materialisteja, mutta sen ulkopuolella ei vain idealisteja, vaan jopa hartaita aivan oikeaoppisia kristittyjä.

Kaikki nämä käänteentekevät luonnontieteen edistysaskeleet menivät ohi Feuerbachin häntä olennaisesti koskettamatta. Syy ei ollut niinkään paljon hänessä kuin kurjissa saksalaisissa olosuhteissa, joiden takia yliopistojen oppituolet oli miehitetty pölkkypäillä eklektisillä kirpunnukijöillä sillä aikaa kun Feuerbach, joka oli verrattomasti heidän yläpuolellaan, sai miltei maalaistua syrjäkylän yksinäisyydessä. Siitä johdetaan, että luonnosta puhuessaan hän tulee jauhaneeksi niin paljon kaunokirjallista puuta heinää yksittäisten nerokkaiden yleistysten ohessa. Niinpä hän sanoo:

»Elämä ei tietenkään ole kemiallisen prosessin tuote eikä yleensääkään minkään yksittäisen luonnonvoiman tai luonnonilmiön tuote, joksi metafyyssinen materialisti elämän käsittää; se on koko luonnon tulos.»¹³⁰

Se että elämä on koko luonnon tulos, ei ole ristiriidassa sen seikan kanssa, että valkuaisaine, joka on elämän yksinomaisen itsenäisen kantaja, syntyy tietyissä, koko luonnonyhteyden antamissa olosuhteissa, mutta nimenomaan kemiallisen prosessin tuloksena. <Jos Feuerbach olisi elänyt olosuhteissa, jotka olisivat sallineet hänen seurata luonnontieteen kehitystä vaikka pintapuolisestikin, hän ei olisi koskaan tullut

puhuneeksi kemiallisesta prosessista yhden erillisen luonnonvoiman vaikutuksena. >* Samasta yksinäisyydestä johtuu, että Feuerbach hairahtuu hedelmättömiin ja samaa kehää kiertäviin spekulatioihin ajattelun suhteesta ajattelevaan elimeen, aivoihin — alueelle, jolle Starcke häntä mielihyvin seuraa.

Feuerbach hangoittelee materialismin nimeä vastaan.¹³¹ Eikä aivan suottakaan, sillä hän ei koskaan pääse täysin irti idealismista. Luonnon alueella hän on materialisti; mutta inhimillisen alalla [...]**

. . .

Jumalaa ei missään kohdella huonommin kuin häneen uskovien luonnontutkijoiden keskuudessa. Materialistit selittävät pelkästään *asian* puuttumatta moisiin fraaseihin, he tekevät niin vasta kun tungettelevat uskovaiset haluavat tyrkyttää heille jumalaa ja tällöin vastaavat lyhyesti joko niin kuin Laplace: »Sire, je n'avais etc.»¹³² tahi karkeammin siihen hollantilaisten kauppiaiden tapaan, jolla he torjuivat hylkytavaroitaa tyrkyttävien saksalaisten kauppatkustajien tarjoukset sanoen: »Ik kan die zaken niet gebruiken»*** ja sillä on asia selvä. Mutta mitä jumalan onkaan pitänyt sietää puolustajiansa taholta! Nykyaikaisen luonnontieteen historiassa käsittelevät jumalaa hänen puolustajansa samoin kuin Jenan taistelussa käsitelivät Friedrich Wilhelm III:tta tämän kenraalit ja virkamiehet. Armeijan osa toisensa jäl-

* Tämä lause on pyyhitty yll käsikirjoituksessa. *Toim.*

** Tähän päättyy Engelsin »Ludwig Feuerbach» teoksen alkuperäisen käsikirjoituksen 19. sivu. Tämän lauseen loppu on seuraavalla sivulla, joka ei ole säilynyt. »Ludwig Feuerbachin» painetun tekstin perusteella voidaan olettaa, että viimeisen lauseen toinen osa kuuluisi seuraavasti: »mutta inhimillisen historian alalla hän on idealisti». *Toim.*

*** — »Eu tarvitse tuota tavaraa.» *Toim.*

keen laskee alas aseensa, linnoitus toisensa jälkeen antautuu tieteen marssiessa esiin, kunnes tämä on lopulta valloittanut koko luonnon äärettömän alueen eikä siinä ole enää mitään sijaa luojalle. Newton soi hänelle vielä »ensimmäisen sysäyksen», mutta kielsi häneltä enemmän sekaantumisen aurinkokuntaansa. Pater Secchi suo hänelle kaikki kanooniset kunnianosoitukset, mutta saattaa hänet kuitenkin kohteliaasti, mutta varsin kategorisesti aurinkokunnasta kokonaan ulos ja sallii hänelle luomistyön vain alkusumuun nähden. Ja niin käy jumalalle kaikilla aloilla. Biologiassa hänen viimeinen suuri Don Quijotensa, Agassiz, panee hänen tililleen jopa positiivisen mielettömyyden: jumala kuuluu luovan paitsi todellisia eläimiä myös abstraktisia eläimiä, kalan sinänsä! Ja vihdoinkin Tyndall kieltää häneltä kokonaan pääsyn luontoon ja karkottaa hänet tunne-elämysten maailmaan sallien tämän vain siksi, että täytyyhän olla joku, joka tietää näistä asioista (luonnosta) enemmän kuin J. Tyndall!¹³³ Mikä etäisyys vanhasta jumalasta—taivaan ja maan luojasta, kaikkivaltiaasta, jota ilman ei hiuskarvakaan voi päästä pudota!

Tyndallin emotionaalinen tarve ei todista mitään. Chevalier des Crieuxilla oli myös emotionaalinen tarve rakastaa Manon Lescauta ja omistaa hänet, vaikka tämä myi itsensä ja Crieuxin kerran toisensa jälkeen; miellyttäkseen naista hänestä tuli väärinpelaaja ja sutenööri, ja kun Tyndall haluaa häntä moittia, vastaa tämä »emotionaalisella tarpeellaan»!

Jumala = *nescio**; mutta *ignorantia non est argumentum*** (Spinoza).¹³⁴

* — en tiedä. *Toim.*

** — tietämättömyys ei ole todistus. *Toim.*

[LUONNONTIEDE JA FILOSOFIA]

. . .

BÜCHNER¹³⁵

Suunnan ilmaantuminen. Saksalaisen filosofian päästö materialismiin. Tieteen valvonta poistettu. Lattean materialistisen popularisoinnin äkillinen vyöry, jonka materialismin piti korvata puuttuva tieteellisyys. Se kukoisti juuri porvarillisen Saksan ja virallisen saksalaisen tieteen syvimmän alennustilan vallitessa 1850—1860. Vogt, Moleschott, Büchner. Keskinäisvakuumus. Uutta vilkastumista darvinismin tultua muotiin, jonka nämä herrat heti ottivat vuokralle.

Heidät voitaisiin jättää rauhassa suorittamaan kiitostakin ansaitsevaa, vaikkakin ahtaasti rajoitettua askarteluaan, ateismin jne. opettamista saksalaiselle poroporvarille, mutta 1) sen filosofian haukkuminen (mainittava kohtia)*, joka kaikesta huolimatta muodostaa Saksan maineen ja 2) luulo, että luonnontieteellisiä teorioita voidaan soveltaa yhteiskuntaan ja reformoida sosialismia — tällä he pakottavat meidät tekemään huomautuksia.

Ensiksi, mitä he saavat aikaan omalla kentällään? Sitaatteja.

* Büchner tuntee filosofiaa vain dogmaatikon tavoin ja hän itsekin on dogmaatikko latteinta saksalaisen valistusviisastelun jätettä, jolta suurten ranskalaisten materialistien henki ja liike oli poissa (Hegel näistä) — kuten Nicolailta Voltairen henki. Lessingin »kuollut koira Spinoza» »Enzyklopädie», Esipuhe s. 19.¹³⁵

2. Jyrkkä käänne, ss. 170—171. Mistä yhtäkkiä tämä hegeliläisyys?¹³⁷ Siirtyminen dialektiikkaan.

Kaksi filosofista suuntaa, metafyyminen jäykine kategorioineen, dialektinen (Aristoteles ja erittäinkin Hegel) liikkuvine kategorioineen; todistukset, että nuo perustan ja seurauksen, syyn ja vaikutuksen, samuuden ja eroavuuden, näennäisyyden ja olemuksen kiinteät vastakohtat ovat kestävämpiä, että erittely osoittaa tietyn kohtion esiintyvän jo in nuce* toisessa, että tiettyssä pisteessä kohtio muuttuu toiseksi ja että koko logiikka kehittyy vasta näistä etenevistä vastakohtista. Hegelillä itsellään tämä on mystistä, koska kategoriat esiintyvät ennalta olevina ja reaalisen maailman dialektiikka on niiden pelkkää heijastumaa. Todellisuudessa asia on päinvastoin: pään dialektiikka on vain reaalisen maailman, luonnon ja historian liikemuotojen heijastusta. Viime vuosisadan loppuun ja vieläpä vuoteen 1830 saakka luonnontutkijat tulivat jotenkin toimeen vanhalla metafysiikalla, koska todellinen tiede ei ollut päässyt mekaniikkaa — maanpäällistä ja kosmista — pidemmälle. Mutta tiettyä sekaannusta aiheutti jo korkeampi matematiikka, joka pitää alemman matematiikan ikuista totuutta voitettuna kantana, väittää usein päinvastaista ja esittää väittämiä, jotka näyttävät pelkältä mielettömyydeltä alemman matematiikan edustajasta. Jäykät kategoriat hajosivat tässä, matematiikka itse oli astunut maaperälle, jossa niinkin yksinkertaiset suhteet kuin pelkän abstraktisen määrän suhteet, huono äärettömyys saivat täysin dialektisen muodon ja pakottivat matemaatikot vasten tahtiaan ja tietämättään tulemaan dialektikoiksi. Ei ole

* — itumuodossaan. *Toim.*

mitään koomisempaa kuin kiemurtelut, verukkeet ja hätäkeinot, joilla matemaatikot yrittivät ratkaista tätä ristiriitaa, sovittaa korkeampaa ja alemmaa matematiikkaa keskenään, tehdä itselleen ymmärrettäväksi, että se, mikä heidän oli todettava kieltämättömäksi tulokseksi, ei olekaan pelkkää mielettömyyttä, — ja yleensä selittää rationaalisesti äärettömyyden matematiikan lähtökohtaa, menetelmiä ja tuloksia.

Mutta nyt on kaikki toisin. Kemia, fysikaalisen abstraktinen jaollisuus, huono äärettömyys — atomistiikka. Fysiologia — solu (sekä yksilön että lajien orgaaninen kehitysprosessi eriytymisen kautta antaa rationaaliselle dialektiikalle vakuuttavimman vahvistuksen) ja vihdoin luonnonvoimien identiteetti ja niiden toisikseen muuttuminen, joka teki lopun kaikesta kategorioiden jäykkyydestä. Siitä huolimatta luonnon-tutkijoiden suuri joukko pitää vielä lujasti kiinni vanhoista metafysisistä kategorioista ja on avutonta silloin kun pitäisi järjellisesti selittää ja saattaa keskinäiseen yhteyteensä nämä uusimmat tosiasiat, jotka niin sanoaksemme todistavat dialektiikan oikeaksi luonnossa. Mutta tässä oli pakko *ajatella*: atomia, molekyyliä jne. ei voi tarkkailla mikroskoopilla, vaan ainoastaan ajattelemaalla. Verrattakoon kemistejä (paitsi Schorlemmeria, joka tuntee Hegelin) ja Virchowin »Solupatologiaa», jossa tekijän avuttomuutta täytyy lopulta peitellä ylimalkaisilla fraaseilla. Mystillisyydestä riisuttu dialektiikka tulee ehdottomaksi välttämättömyydeksi luonnontieteelle, joka on jättänyt sen alueen, missä kiinteät kategoriat, ikään kuin logiikan alempana matematiikkana, riittivät kotikäyttöön. Filosofia koostaa jälkikäteen luonnontieteelle sen, että tämä on sen jättänyt — olivathan luonnontutkijat jo saattaneet nähdä filosofian luonnontieteellisistä

saavutuksista, että kaikessa tässä filosofiassa on jotakin, mikä heidän omallakin alueellaan oli heille ylivoimaista (Leibniz — äärettömyyden matematiikan perustanlaskija, johon verrattuna induktioaasi Newton¹³⁸ esiintyy plagiaattorina ja tärvelijänä¹³⁹; Kant — maailman syntyteoria ennen Laplacea; Oken — ensimmäinen joka Saksassa omaksui kehitysteorian; Hegel, jonka [...] * suorittama luonnontieteitten yhteenveto ja rationaalinen ryhmittely on suurempi teko kuin kaikki materialistiset typeryydet yhteensä).

Büchnerin luulosta, että hän voi arvioida sosialismia ja taloustiedettä olemassaolon taistelusta lähtien: Hegel (»Enzyklopädie», I, s. 9) suutarin työstä.¹⁴⁰

Politiikasta ja sosialismista: ymmärrys, jota maailma on odottanut (s. 11).¹⁴¹

Ulkopuolella, vieressä ja peräkkäin. Hegel, »Enzyklopädie», s. 35! aistimellisen, mielikuvan määrityksenä.¹⁴²

Hegel, »Enzyklopädie», s. 40. Luonnonilmiöt¹⁴³ — mutta Büchnerillä ei ole *ajatusta*, vaan pelkkää kopiointia, ja siten tarpeetonta.

S. 42. Solon »tuotti lakinsa päästään» — Büchner voi tehdä saman nykyajan yhteiskunnalle.

S. 45. Metafysiikka — tiede *olioista* — ei liikkeistä.

S. 53. »Kokemuksessa on kysymys siitä, missä hengessä todellisuutta lähestytään. Suuri henki saa suuria kokemuksia ja näkee ilmiöiden kirjavassa leikissä sen mikä on oleellista.»

S. 56. Parallelismi ihmisyksilön ja historian välillä¹⁴⁴ = parallelismi embryologian ja paleontologian välillä.

* Sanaa ei voi lukea käsikirjoituksesta, se on mustetahrain peittämä. *Toim.*

Kuten Fourier on a mathematical poem* eikä vieläkään vailla merkitystä¹⁴⁵, on Hegel a dialectical poem**.

. . .

Väärän *huokoisuuden teorian* (jonka mukaan erilaiset valemateriat, lämpöaine jne. sijaitsevat toistensa huokosissa eivätkä kuitenkaan läpäise toisiaan) Hegel luonnehtii pelkäksi *sepitelyksi* («Enzyklopädie», I, s. 259. Ks. myös »Logik»¹⁴⁶).

. . .

Hegel, »Enzyklopädie», I, ss. 205—206¹⁴⁷, profeetallinen kohta atomipainoista vastoin sen aikaisia fysikaalisia käsityksiä, sekä kohta atomista ja molekyylistä *ajatusmäärityksinä*, joista *ajatelun* on ratkaistava.

. . .

Kun Hegel pitää luontoa ikuisen »idean» ilmentymänä vieraantumisessa ja jos tämä on niin raskas rikos, niin mitä meidän onkaan sanottava morfologi Richard Owenista:

»Alkuperäinen idea oli kauan ennen noiden eläinlajien olemassaoloa, jotka sitä nyt toteuttavat ruumiillistuneena erilaisissa muodoissa tällä planeetalla.» («Nature of Limbs», 1849.)¹⁴⁸

Kun noin sanoo mystinen luonnontieteilijä, joka ei sanoessaan ajattele mitään, se ei anna aihetta huoleen, mutta kun samaa sanoo filosofi, joka tällöin ajatteleekin jotakin au fond*** oikeata, joskin väärässä muodossa, niin se on mystiikkaa ja ennen kuulumaton rikos.

. . .

Luonnontutkimuksellista ajattelua: Agassiz'in luomissuunnitelma, jonka mukaan jumalan luo-

* — matemaattinen runoelma. *Toim.*

** — dialektinen runoelma. *Toim.*

*** — pohjimmaltaan. *Toim.*

mistyö alkaa yleisestä, siirtyy sitten erityiseen ja yksittäiseen luoden ensin selkärankaisen sinänsä, sitten imettäväisen sinänsä, petoeläimen sinänsä, kissan sinänsä ja vasta lopuksi leijonan jne., siis ensiksi abstraktit käsitteet konkreettisten olioiden hahmossa ja sitten konkreettiset oliot! (Ks. Haeckel, s. 59.)¹⁴⁹

. . .

Okenilla (Haeckel, s. 85 jne.) tulee selvästi näkyviin mielettömyys, joka on syntynyt luonnontieteen ja filosofian välisestä dualismista. Oken keksii ajattelun tietä alkuliman ja solun, mutta kenellekään ei juolahda mieleen tutkia asiaa luonnontieteellisesti — *ajattelun* pitää se ratkaista! Ja kun alkulima ja solu keksitään, on Oken joutunut huonoon huutoon!

. . .

Hofmann («Ein Jahrhundert Chemie unter den Hohenzollern») siteeraa luonnonfilosofiaa. Sitaatti Rosenkranzilta, kaunokirjailijalta, jota kukaan oikea hegeliläinen ei tunnusta. Luonnonfilosofian saattaminen vastuuseen Rosenkranzista on yhtä typerää kuin se, että Hofmann panee Hohenzollernit vastuuseen Marggrafen tekemästä juurikassokerin keksinnöstä.¹⁵⁰

. . .

Teoria ja empiria. Maan litistyminen navoiltaan teoreettisesti Newtonin toteama. Cassinit¹⁵¹ ja toiset ranskalaiset väittivät vielä kauan jälkeensä empiirisiin mittauksiinsa nojautuen, että Maa on ellipsoidi ja että napa-akseli on pisin.

. . .

Empiirikkojen halveksivasta suhtautumisesta kreikkalaisiin saa omituisen kuvan lukiessaan esim. Th. Thomsonia («On Electricity»)¹⁵², kun

Davyn ja vieläpä Faradayn tapaiset miehet harhailevat pimeässä (sähkökipinät jne.) ja suorittavat kokeita, jotka täysin muistuttavat Aristoteleen ja Pliniuksen kertomuksia fysikaalis-kemiallisista ilmiöistä. Juuri tässä uudessa tieteessä empiirikot toistelevat kokonaan vanhojen ajattelijain sokeaa hapuilemista. Siellä missä nerokas Faraday on oikeilla jäljillä, täytyy poroporvari Thomsonin protestoida sitä vastaan (s. 397).

. . .

Haeckel, »Anthropogenie», s. 707:

»Materialistisen maailmankatsomuksen mukaan on *materia eli aine a i k a i s e m m i n o l e m a s s a k u i n l i i k e** eli elävä voima, aine on luonut voiman!» Tuo on yhtä väärin kuin se, että voima on luonut aineen, sillä voima ja aine ovat erottamattomia.¹⁵³

Mistä hän on ottanut materialisminsa?

. . .

*Causae finales ja efficientes*** on Haeckel (ss. 89, 90) muuttanut *tarkoituksenmukaisesti* vaikuttaviksi ja *mekaanisesti* vaikuttaviksi syiksi, koska hänelle *causa finalis* = jumala! Samoin hänelle »mekaaninen» on ilman muuta Kantin mukaan = monistinen, ei = mekaaninen mekaniikan mielessä. Moisen kielellisen sekaannuksen vallitessa on mielettömyys väistämätöntä. Se mitä Haeckel sanoo tässä Kantin teoksesta »Kritik der Urteilskraft», ei pidä yhtä Hegelin kanssa. (»Geschichte der Philosophie», s. 603.)¹⁵⁴

. . .

Toinen*** esimerkki polariteetista Haeckelillä: mekanismi = monismi, ja vitalismi eli te-

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

** — *Viimeiset* (tai tiettyyn päämäärään pyrkivät) *syyt* ja *vaikuttavat* (tuottavat) *syyt*. *Toim.*

*** Sana »toinen» viittaa katkelmaan »Polariteetti», joka on välittömästi ennen tätä muistiinpanoa samalla lehdellä (ks. tämän julkaisun s. 266). *Toim.*

leologia = dualismi. Jo Kantilla ja Hegelillä *sisäinen* tarkoitus merkitsee vastalauseetta dualismille. Mekanismi elämään sovellettuna on avun kategoria, voimme puhua korkeintaan kemismistä, jos emme halua kokonaan luopua niiden merkityksen ymmärtämisestä. Tarkoitus: Hegel, V, s. 205¹⁵⁵:

»Mekanismi osoittaa pyrkivänsä kokonaisuuteen jo sillä, että se yrittää käsittää luonnon itsessään kokonaisuudeksi, joka ei tarvitse käsitteelleen mitään muuta — kokonaisuudeksi, jolla ei ole sijaa tarkoituksessa eikä siihen liittyvässä maailman ulkopuolella olevassa ymmärryksessä.»*

Asia on kuitenkin niin, että mekanismi (samoin kuin 18. vuosisadan materialismi) ei pääse eroon abstraktista välttämättömyydestä eikä niin ollen myöskään sattumasta. Se, että materia kehittää ajattelevat ihmisaivot itsestään, on mekanismille puhdas sattuma, vaikkakin askel askeleelta tietyistä ehdoista välttämättömästi riippuva siellä, missä sitä tapahtuu. Mutta todellisuudessa materia pystyy luonnostaan kehittämään ajattelevia olentoja, ja näin tapahtuukin aina välttämättömästi siellä, missä vastaavat edellytykset (ei välttämättömästi kaikkialla ja aina samat) ovat olemassa.

Edelleen Hegel, V, s. 206:

»Tämä (mekanismin) periaate antaa yhteydessään ulkonaiseen välttämättömyyteen tietoisuuden äärettömästä vapaudesta teleologiaan verraten, joka esittää sisältönsä vähäpätöiset jopa halveksittavatkin puolet jonakin ehdottomana, missä yleisempi ajatus tuntee olonsa vain äärettömän rajoitetuksi jopa iljettäväksi.»

Tässä jälleen luonnon suorittama valtava aineen ja liikkeen tuhlauk. Aurinkokunnassa on ehkä korkeintaan vain 3 planeettaa, joilla nykyisissä olosuhteissa voi olla elämä ja ajattelevia olen-

* Kursivointi Engelsin. Toim.

toja. Ja niiden vuoksi koko tuo suunnaton koneisto!

Organismin *sisäinen tarkoitus* raivaa sitten Hegelin mukaan tiensä (V, s. 244)¹⁵⁶ *vietin* välityksellä. Pas trop fort*. Vietin pitäisi saattaa erillinen elollinen olio enemmän tai vähemmän sopuointuun käsitteensä kanssa. Tästä selviää, kuinka suuresti koko tuo *sisäinen tarkoitus* itse on ideologinen määrittely. Ja se on kuitenkin Lamarckin käsitys.

. . .

Luonnontutkijat luulevat vapautuvansa filosofiasta pysyttelemällä siitä tietämättöminä tai haukkumalla sitä. Koska he eivät kuitenkaan pääse eteenpäin ilman ajattelua ja tarvitsevat ajattelemiseen ajatusmääritteitä, he ottavat nämä kategoriat valikoimatta joko ns. sivistyneiden tavanomaisesta tietoisuudesta, jota hallitsevat aikoja sitten hävinneitten filosofioiden jäänteet, tai murusesta yliopistossa pakollisesti kuunneltavaa filosofiaa (mikä ei ole ainoastaan katkelmallista, vaan myös sekasotkua mitä erilaisimpiin ja useimmiten kehnoimpiin koulukuntiin lukeutuvien ihmisten katsomuksista) tai he saavat ne kaikenlaisten filosofisten kirjoitusten epäkriittisestä ja epäsystemaattisesta lukemisesta. Niinpä he eivät ole yhtään vähempää filosofian orjuudessa ja useimmiten valitettavasti juuri huonoimman filosofian orjuudessa, ja ne jotka eniten haukkuvat filosofiaa, ovat juuri huonoimpien filosofioiden huonoimpien vulgarisoitujen jäännösten orjia.

. . .

Asennoitukoot luonnontutkijat miten haluvat, heitä hallitsee filosofia. Kysymys on vain

* — Ei kovin vakuuttavaa. *Toim.*

siitä, haluavatko he, että heitä hallitsee jokin huono muotifilosofia vaiko sellainen teoreettisen ajattelun muoto, joka perustuu ajattelun historian ja tulosten tuntemukseen.

Fysiikka, varjele itseäsi metafysiikalta! — se on aivan oikein, mutta toisessa mielessä.¹⁵⁷

Luonnontutkijat auttavat filosofiaa vielä viettämään varjoelämää tyytyessään tulemaan toimeen vanhan metafysiikan jätteillä. Vasta kun luonnontiede ja historiatiede ovat omaksuneet dialektiikan, tulee kaikki filosofinen rihkama — lukuunottamatta puhdasta oppia ajattelusta — tarpeettomaksi, katoaa positiivisessa tieteessä.

[DIALEKTIKKA]

[a) DIALEKTIIKAN YLEISIÄ KYSYMYKSIÄ. DIALEKTIIKAN PERUSLAIT]

. . .

Niin sanottu *objektiivinen* dialektiikka vallitsee koko luonnossa ja ns. subjektiivinen dialektiikka, dialektinen ajattelu, on vain heijastumaa kaikkialla luonnossa vastakohtien kautta toteutuvasta liikkeestä, vastakohtien, jotka alituisella kamppailullaan ja lopullisella muuttumisella toisikseen tahi korkeampiin muotoihin muodostavat luonnon elämän edellytykset. Vetovoima ja poistovoima. Polariteetti alkaa magnetismissa, se näyttäytyy samassa kappaleessa; sähkössä se jakautuu kahdelle tai useammalle kappaleelle, jotka joutuvat keskinäiseen jännitystilaan. Kaikki kemialliset prosessit pelkistyvät kemiallisen veto- ja poistovoiman ilmiöiksi. Vihdoin orgaanisessa elämässä on solutuman muodostuminen käsitettävä samoin elävän valkuaisaineen polarisaatioksi, ja kehitysteoria osoittaa, kuinka yksinkertaisesta solusta alkaen jokainen edistysaskel toisaalta monimutkaisimpaan kasviin, toisaalta ihmiseen on perinnöllisyyden ja sopeutumisen alituisen kamppailun aiheuttamaa. Tällöin käy ilmi, kuinka vähän sellaiset kategoriat kuin »positiivinen» ja »negatiivinen» ovat sovellettavissa näihin kehitysmuotoihin. Perinnöllisyys voidaan käsittää myönteiseksi, säilyttäväksi puoleksi, sopeutuminen kielteiseksi, perittyä alituisesti tuhoavaksi puoleksi, mutta yhtä

hyvin voidaan sopeutuminen käsittää luovaksi, aktiiviseksi, myönteiseksi, perinnöllisyys vastustavaksi, passiiviseksi, kielteiseksi toiminnaksi. Mutta samoin kuin historiassa edistys esiintyy olemassaolevan kieltämisenä, niin tässäkin — puhtaasti *käytännöllisistä* syistä — on parasta käsittää sopeutuminen kielteiseksi toiminnaksi. Historiassa vastakohdissa tapahtuva liike esiintyy erityisen selvänä kaikkina johtavien kansojen kriittisinä aikakausina. Sellaisina ajan kohtina on kansalla valittavana vain jompi kumpi vaihtoehto: joko — tahi, ja kysymys on aina asetettu aivan toisin kuin kaikkien aikojen politikoivat poroporvarit toivoisivat. Jopa liberaali saksalainen poroporvari vuodelta 1848 joutui 1849 äkkiiarvaamatta ja vastoin tahtoaan seuraavan kysymyksen eteen: joko paluu vanhaan taantumukseen entistä kärjistyneemmässä muodossa tahi vallankumouksen jatkuminen tasavaltaan saakka, ehkäpä vielä yhteen ja jakamattomaan tasavaltaan, jonka taustalla esiintyy sosialismi. Hän ei miettinyt kauan ja myötävaikutti manteuffelilaisen taantumuksen pysyttämiseen saksalaisen liberalismiin kukkana. Samoin ranskalainen porvari joutui 1851 varmasti odottamattoman vaihtoehdon eteen: joko keisarikunnan irvikuva, pretoriaanikomento ja roistojoukkion harjoittama Ranskan riisto tahi sosialidemokraattinen tasavalta — ja hän taipui roistojoukkion edessä voidakseen sen turvin edelleen riistää työläisiä.

* * *

*Hard and fast lines** ovat yhteensopimattomia kehitysteorian kanssa — eihän edes selkärangattomien ja selkärangattomien välinen rajaviiva ole enää kiinteä, ei myöskään sammakkoeläinten ja

* — *Jäykät ja kiinteät viivat. Toim.*

kalojen välinen, ja raja matelijoiden ja lintujen välillä hälvenee päivä päivältä. Compsognathuksen ja Archaeopteryxin¹⁵⁸ väliltä puuttuu vain harvoja välijäseniä, ja hampaallisia linnunnokkia sukeltautuu esiin molemmilla pallonpuolisilla. »Joko — tahi» käy yhä riittämättömäksi. Alemmilla eläimillä ei yksilön käsite ole lainkaan täsmällisesti todettavissa. Ei vain siinä mielessä, onko tämä eläin yksilö vai runkokunta, vaan myös kyseen ollessa siitä, missä kehitysprosessin vaiheessa toinen yksilö loppuu ja toinen alkaa (»imettäjät»)¹⁵⁹. Sellaiselle luonnontiedon kehitysasteelle, jossa kaikki erot sulautuvat yhteen väliasteissa, kaikki vastakohtat siirtyvät toisiinsa välijäsenien kautta, vanha metafyyminen ajatusmetodi ei enää riitä. Dialektiikka, joka ei myöskään tunne mitään hard and fast lines eikä ehdotonta yleispätevää »joko — tahi» -asettelua ja joka johtaa kiinteät metafyyssiset erot toisiinsa ja tuntee oikealla paikalla »joko — tahi» -asettelun ohella myös »sekä tämän että tuon» ja esiintyy vastakohtien välittäjänä, on ainoa korkeimman asteen ajatusmetodi, joka vastaa luonnontiedon nykyistä kehitysastetta. Jokapäiväiskäyttöön, tieteelliseen kaupusteluun metafyyssiset kategoriat kelpaavat kyllä edelleenkin.

. . .

Määrän muuttuminen laaduksi = »mekanistista» maailmankatsomusta, määrällinen muutos muuttaa laatua. Siitä ei noilla herroilla ole hajuakaan!

. . .

Ymmärryksellisten ajatusmääritysten vastaakohtaisuus: *polarisaatio*. Kuten sähkö, magnetismi jne. polarisoituvat, liikkuvat vastakohtissa, niin myös ajatukset. Kuten siellä ei voida pitää

kiinni yksipuolisuudesta, jota ei kukaan luonnontutkija ajattele, niin ei myöskään täällä.

. . .

»Olemuksen» määritysten todellisen luonteen on ilmaissut itse Hegel (»Enzyklopädie», I, § 111, lisäys): »Olemuksessa kaikki on *suhteellista*»* (esim. myönteistä ja kielteistä, mikä on mielekästä ainoastaan niiden suhteessa, eikä kunkin kohdalla erikseen).

. . .

Esimerkiksi osa ja kokonaisuus ovat jo sellaisia kategorioita, jotka käyvät orgaanisessa luonnossa riittämättömiksi. Siemensyöksyä — alkiota — ja syntynyttä eläintä ei ole käsitettävä »osaksi», joka erotetaan »kokonaisuudesta», se veisi harhaan. Osana vasta *kuolleessa ruumiissa*. (»Enzyklopädie», I, s. 268.)¹⁶⁰

. . .

Yksinkertainen ja yhdistetty. Kategoriat, jotka menettävät mielekkyytensä jo orgaanisessakin luonnossa, ovat käyttökelvottomia. Luiden, veren, rustojen, lihasten, kudosten jne. mekaaninen yhteenliittäminen, enempää kuin alkuaineiden kemiallinen yhdistäminen ei tuota eläintä. (Hegel, »Enzyklopädie», I, s. 256.)¹⁶¹ Organismi *ei* ole yksinkertainen *eikä* yhdistetty, olkoon se vaikka kuinka mutkikas.

. . .

Abstraktinen identtisyys ($a = a$ ja negatiivisesti: a ei ole sama ja eri yhtäaikaisesti) ei myöskään ole sovellettavissa orgaaniseen luontoon. Kasvi, eläin ja jokainen solu on jokaisella elämänsä hetkellä identtinen itsensä kanssa ja kuitenkin itsestään eroava aineitten vastaanoton ja

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

erityksen, hengityksen, solunmuodostuksen ja solun kuoleentumisen, käynnissä olevan kierto-prosessin johdosta — sanalla sanoen, niiden lakkaamattomien molekylaaristen muutosten summan johdosta, jotka muodostavat elämän ja joitten yhteiset tulokset astuvat silminnähtävästi esiin elämän vaiheissa: alkioelämässä, nuoruudessa, sukukypsyydessä, suvunjatkamisessa, vanhenemisessa ja kuolemassa. Mitä pitemmälle fysiologia kehittyy, sitä tärkeämmäksi tulevat sille nämä lakkaamattomat, äärettömän pienet muutokset, sitä tärkeämmäksi sille tulee myös eron tarkasteleminen identtisyiden *sisällä*, ja vanha abstraktisen muodollinen identtisyyskanta, jonka mukaan orgaanista olentoa on käsiteltävä itsensä kanssa identtisenä, vakiona, on vanhentunut*. Siitä huolimatta tuohon kantaan perustuva ajatustapa jatkuu kategorioineen edelleenkin. Mutta epäorgaanisessakaan luonnossa ei identtisyyttä sellaisenaan ole todellisuudessa. Jokainen kappale on jatkuvasti mekaanisten, fysikaalisten ja kemiallisten vaikutusten alainen ja nämä aiheuttavat siinä muutoksia, muuntelevat sen identtisyyttä. Ainoastaan matemaatiikassa — abstraktissa tieteessä, joka on tekemisissä ajatusrakennelmien kanssa, vaikka nämä olisivatkin todellisuuden heijastumia — on abstrakti identtisyys ja sen vastakohtaisuus eroon nähden paikallaan ja siinäkin se alituisesti kumoutuu. (Hegel, »Enzyklopädie», I, s. 235.¹⁶² Se tosiasia, että ero sisältyy identtisyyteen, on ilmaistu *jokaisessa lauseessa*, jossa predikaatti on välttämättä subjektista eroava. *Lilja on kasvi, ruusu on punainen*: tässä on joko subjektissa tai predikaatissa jotakin, mitä predikaatti tai subjekti ei kata. (Hegel, VI,

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Puhumattakaan sitä paitsi lajien kehityksestä». Toim.

s. 231.)¹⁶³ Itsestään selvää on, että *identtisyys itsensä kanssa* tarvitsee alun pitäen täydennykseen *eroa kaikesta muusta*.

Alituista muutosta, missä abstrakti identtisyys itsensä kanssa kumoutuu, tapahtuu myös ns. epäorgaanisessa luonnossa. Geologia on tämän muutoksen historiaa. Pinnalla mekaanisia muutoksia (huuhtoutuminen, kylmyys), kemiallisia (rapautuminen); sisällä mekaanisia (paine), lämpö (vulkaaninen), kemiallisia (vesi, hapot, sidosaineet); suuressa mitassa — maan kohoutumia, maanjäristyksiä jne. Nykyinen liuskakivi eroaa perinpohjin liejusta, josta se on muodostunut, liitu eroaa niistä irtonaisista mikroskoopisista simpukan kuorista, joista se koostuu; vieläkin enemmän niistä eroaa kalkkikivi, jonka joidenkin tietojen mukaan pitäisi olla aivan orgaanista alkuperää; hiekkakivi eroaa irtonaisesta meren hiekasta, joka on peräisin pirstoutuneesta graniitista jne. hiilestä puhumattakaan.

. . .

Identtisyyden väittämä muinaismetafyysisessä mielessä on vanhan maailmankatsomuksen perusväittämä: $a = a$. Jokainen olio on itsensä kaltainen. Kaikki oli pysyvää: aurinkokunta, tähdet, organismit. Tämän väittämän on luonnontutkimus kumonnut jokaisessa erillisessä tapauksessa pala palalta, teoreettisesti sitä kuitenkin vielä pidetään esillä ja vanhan kannattajat asettavat sen vieläkin uutta vastaan: »olio ei voi olla samalla itsensä ja toista». Ja kuitenkin on luonnontutkimus (ks. edellä) näyttänyt viime aikoina yksityiskohtaisesti toteen, että todelliseen konkreettiseen identtisyyteen sisältyy eroavuus, muutos. — Abstrakti identtisyys, kuten kaikki metafysiset kategoriat, riittää *ko-tikäyttöö*n, missä tulevat kysymykseen pienet

suhteet ja lyhyet aikavälit; rajat, joiden puitteissa ne ovat käyttökelpoisia, ovat miltei jokaisessa tapauksessa erilaisia ja esineen luonnosta riippuvia; planeettasysteemissä, jossa tavallisille tähtitieteellisille laskelmille voidaan ottaa perusmuodoksi ellipsi tekemättä käytännössä tuntuvaa virhettä, nämä rajat ovat paljon avarammat kuin hyönteisellä, joka suorittaa muodonvaihdoksensa muutamassa viikossa. (Muista esimerkeistä mainittakoon lajien muutokset, jotka kestävät vuosituhansia.) Mutta yleistyksiä tekeväle luonnontieteelle, jopa sen jokaiselle yksityiselle haarallekin on abstrakti identtisyys aivan riittämätön, ja vaikka se nyt on suurin piirtein käytännössä sivuutettu, se hallitsee teoreettisesti yhä ajatuksia ja useimmat luonnontutkijat kuvittelevat, että identtisyys ja eroavuus ovat sovittamattomia vastakohtia eikä yksipuolisia kohtioita, jotka ovat totuudellisia vain vuorovaikutuksessaan, sisällyttäessään eroavuuden identtisyyteen.

. . .

Identtisyys ja eroavuus — välttämättömyys ja sattuma — syy ja vaikutus — päävastakohdat*, jotka erikseen tarkasteltuina muuttuvat toisikseen. Ja silloin täytyy »perusteiden» tulla avuksi.

. . .

Myönteinen ja kielteinen. Voidaan nimittää myös päinvastoin: sähkössä jne.; pohjoinen ja etelä samoin. Kääntäkäämme tämä päinvastaiseksi, muuttakaamme muu terminologia vastaavasti, ja kaikki jää oikein. Nimitämme sil-

* Käsikirjoituksessa: »die beiden Hauptgegensätze» («molemmat päävastakohdat»). Engels tarkoittaa 1) identtisyyden ja eroavuuden vastakohtaisuutta ja 2) syyn ja vaikutuksen vastakohtaisuutta. Sanat »välttämättömyys ja sattuma» on kirjoitettu myöhemmin rivien välillä. *Toim.*

loin länttä idäksi ja itää länneksi. Aurinko nousee lännestä, planeetat kiertävät idästä länteen jne., vain nimet ovat muuttuneet. Jopa fysiikassakin nimitämme magneetin varsinaista etelänapaa, jota maan magnetismin pohjoisnapa vetää puoleensa, *pohjoisnavaksi*, eikä siitä ole haittaa.

. . .

Myönteisen ja kielteisen asettamista samantavoisiksi — yhdentekevää, mikä puoli myönteiseksi ja mikä kielteiseksi — tapahtuu ei vain analyytisessä geometriassa, vaan vielä enemmän fysiikassa. (Ks. Clausius, s. 87 ja ed.)¹⁶⁴

. . .

Polariteetti. Kun magneetti katkaistaan, polarisoituu sen neutraali keskiosa, mutta siten, että vanhat navat jäävät paikoilleen. Sitä vastoin katkaistu mato säilyttää myönteisessä kohtiossa ravintoa vastaanottavan suun muodostaen toiseen päähän uuden kielteisen kohtion erittäin peräaukkoineen, mutta vanha kielteinen kohtio (peräaukko) muuttuu nyt myönteiseksi, siitä tulee suu ja haavoitettuun kohtaan muodostuu uusi peräaukko eli kielteinen kohtio. Voilä* myönteisen muuttuminen kielteiseksi.

. . .

Polarisaatio. Vielä J. Grimm oli vahvasti sillä kannalla, että jokaisen saksan kielen murteen täytyi olla joko yläsaksaa tai alasaksaa. Tässä yhteydessä häneltä katosi frankkilaismurre kokonaan.¹⁶⁵ Koska myöhäisemmän karolinkiajan frankkilainen kirjakieli oli yläsaksaa (olihan yläsaksalainen äänneensiiirros tarttunut frankkilaiseen kaakkoon), frankkilaisten kieli oli hänen

* — Kas siinä on. *Toim.*

käsityksensä mukaan vaihtunut täällä vanhaan yläsaksaan, tuolla ranskaan. Tällöin jäi täysin käsittämättömäksi, mistä hollannin kieli on tullut vanhoille saalilaisille alueille. Vasta Grimmin kuoleman jälkeen on frankin kieli jälleen löydetty: se on saalilaiskieltä hollanniksi nuorennettuna, ripuaarin kieltä keski- ja alareinin murteissa, jotka osittain ovat siirtyneet eriasteiseksi yläsaksaksi, osittain jääneet alasaksaksi, joten frankin kieli on *sekä ylä- että* alasaksaa.

. . .

SATTUMA JA VÄLTTÄMÄTTÖMYYS

Toinen vastakohtaisuus, johon metafysiikka on juuttunut, on sattuman ja välttämättömyyden vastakohtaisuus. Voiko olla mitään ristiriitaisempaa kuin nämä molemmat ajatusmääräet? Kuinka on mahdollista, että molemmat ovat identtisiä, että sattuma on välttämätöntä ja että välttämätön on samalla sattumaa? Tavallinen ihmisjärki ja sen mukana suuri joukko luonnontutkijoita käsittelee välttämättömyyttä ja sattumaa määritteinä, jotka kerta kaikkiaan sulkevat toisensa pois. Olio, suhde, ilmiö on joko satunnainen tai välttämätön, mutta ei molempia. Molempia siis on rinnakkain luonnossa; tämä sisältää kaikenlaisia esineitä ja ilmiöitä, joista toiset ovat satunnaisia, toiset välttämättömiä, ja kysymys on vain siitä, ettei molempia laatuja sekoitettaisi toisiinsa. Niinpä ratkaisevat lajitunnusmerkit katsotaan välttämättömiksi ja muita saman lajin yksilöiden välisiä eroja pidetään satunnaisina, ja tämä ulotetaan yhtä hyvin kristalleihin, kasveihin kuin eläimiinkin. Sitten jälleen alempi ryhmä tulee satunnaiseksi korkeampaan verrattuna, niin että satunnaiseksi

selitetään se, kuinka monta erilaista genus felis-* tai equus-** lajia tai kuinka monta sukua tai laukoa luokassa ja kuinka monta yksilöä jokaisessa näistä lajeista on olemassa, tai kuinka monta eri eläinlajia esiintyy tietyllä alueella tai millaista eläin- ja kasvikunta yleensä on. Ja sitten selitetään välttämätön ainoaksi tieteellisesti mielenkiintoiseksi ja satunnainen mielenkiinnottomaksi. Tämä merkitsee: se mikä voidaan todeta lakien alaiseksi, siis se mikä *tunnetaan*, on mielenkiintoista, mutta se mitä ei voida todeta lakien alaiseksi, mitä ei siis tunneta, on yhdentekevää, se voidaan jättää huomioon ottamatta. Siten lakkaisi koko tiede, sillä sen pitää tutkia juuri sitä, mitä *emme* tunne. Tämä merkitsee: se mikä voidaan todeta yleisten lakien alaiseksi, katsotaan välttämättömäksi ja mitä ei voida, katsotaan satunnaiseksi. Jokainen näkee, että tämä on sen lajin tiedettä, joka pitää luonnollisena sitä, minkä se voi selittää, ja katsoo yliluonnollisista syistä johtuvaksi itselleen epäselväksi jääneen; itse asialle on aivan yhdentekevää, nimitänpö selittämättömän ilmiön syytä sattumaksi vai jumalaksi. Kumpikin ilmaisee vain: en tiedä sitä ja siksi ne eivät kuulu tieteeseen. Tiede lakkaa siinä, missä välttämätön yhteys peittää.

Toiselta puolen esiintyy determinismi, joka on tullut luonnontieteeseen ranskalaisesta materialismista ja joka yrittää suoriutua sattumasta kieltämällä sen yleensä. Tämän käsityksen mukaisesti luonnossa vallitsee yksinkertainen välitön välttämättömyys. Että tämä palko sisältää viisi hennettä eikä neljää tai kuutta, että tuon koiran häntä on viisi tuumaa pitkä eikä linjakaan pitempi tai lyhyempi, että mehiläinen he-

* — suku »kissa». *Toim.*

** — suku »hevonen». *Toim.*

hedelmöitti tänä vuonna tämän apilankukan, mutta ei tuota, ja että hedelmöittämisen suoritti tämä tietty mehiläinen ja tänä tiettynä aikana, että tämä tietty tuulen kuljettama voikukan siemen nousi oraalle eikä tuo, että kirppu puri minua viime yönä kello neljä eikä kello kolme tai viisi ja että se puri minua oikeaan olkapäähän eikä vasempaan pohkeeseen — kaikki nämä ovat tosiasioita, jotka aiheutuvat syyn ja vaikutuksen vääjäämättömästä kytkeytymästä, järkkymättömästä välttämättömyydestä, jopa niin, että se kaasupallo, josta aurinkokunta on peräisin, oli senlaatuinen, että näiden tapahtumien täytyi sattua juuri siten, eikä toisin. Tuonlaatuisellakaan välttämättömyydellä emme pääse irti teologisesta luonnonkäsityksestä. Tieteelle on jokseenkin yhdentekevää nimitämmekö sitä Augustinuksen tai Calvinin mukaan jumalan ikuiseksi johdatukseksi tai turkkilaisten tapaan kismetiksi¹⁶⁶ tahi sitten välttämättömyydeksi. Syyketjun seuraamisesta ei missään näistä tapauksista ole kysymys, olemme yhtä viisaita yhdessä kuin toisessakin tapauksessa, ns. välttämättömyys jää tyhjäksi sanaksi ja niin myös sattuma jää siksi, mikä se oli. Niin kauan kuin emme pysty osoittamaan, mihin herneiden luku palossa perustuu, se pysyy sattumana, eikä se väite, että asia on edellytetty jo aurinkokunnan alkuperäisessä rakenteessa, auta meitä askeltaan eteenpäin. Eikä siinä kaikki. Tiede, joka ottaisi seuratakseen tuon yksittäisen herneenpallon tapausta sen syysuhdeketjussa taaksepäin, ei olisi enää tiedettä vaan pelkkää leikkittelyä; sillä samalla herneenpalolla yksinään on vielä lukemattomia muita yksilöllisiä, satunnaisiksi osoittautuvia ominaisuuksia: värivivahde, kuoren paksuus ja kovuus, herneiden koko puhumattaakaan mikroskoopilla havaittavista yksilöllisistä

erilaisuuksista. Yksi herneenpalko antaisi enemmän syy-yhteyksiä seurattavaksi kuin maailman kaikki kasvitieteilijät voisivat ratkaista.

Näin ollen sattuma ei tässä saa selitystään välttämättömyydestä, välttämättömyys on pikemminkin alennettu pelkästään synnyttämään satunnaista. Jos se tosiasiassa, että tietty palko sisältää kuusi hernetta eikä viittä tai seitsemää, on samanlaatuinen ilmiö kuin aurinkokunnan liikkeen laki tai energian muuttumisen laki, silloin itse asiassa ei sattuma ole kohonnut välttämättömyyden tasolle, vaan välttämättömyys on vajonnut sattuman tasolle. Eikä siinä kaikki. Niin paljon kuin väitetäänkin, että tietyllä alueella rinnakkain esiintyvien orgaanisten ja epäorgaanisten lajien ja yksilöiden moninaisuus perustuu järkkymättömään välttämättömyyteen, yksityisten lajien ja yksilöiden kohdalla se jää siksi, mitä se oli, so. sattumaksi. Yksittäiselle eläimelle on sattuma, missä se on syntynyt, minä elinympäristön se löytää, mitkä ja kuinka monet viholliset sitä uhkaavat. Äitikasville on sattuma mihin tuuli vie sen siemenen, tytärkasville on sattuma, missä siemenjyvä löytää maaperän, jossa se voi itää ja kasvaa, ja kun vakuutetaan, että kaikki tässä perustuu järkkymättömään välttämättömyyteen, se on laiha lohdutetus. Luonnonesineiden kirjava kasautuminen tietyllä alueella, jopa koko maapallolla, pysyy ikuisista ajoista alkuperäisesti määräytyneenä, sellaisena kuin se oli, sattumana.

Molempia näitä käsityksiä vastaan Hegel esittää siihen mennessä aivan ennenkuulumattomat väittämät, että sattumalla on perusta, koska se on satunnainen, ja että sillä ei myöskään ole perustaa, koska se on satunnainen; että satunnainen on välttämätöntä, että välttämättömyys itse määräytyy satunnaiseksi ja että toisaalta

tämä satunnaisuus on pikemminkin ehdotonta välttämättömyyttä. («Logik», II, kirja III, 2: »Todellisuus».) Luonnontiede on yksinkertaisesti sivuuttanut nämä väittämät paradoksaalisena sanaleikkinä, sisäisesti ristiriitaisena mielettömyytenä, ja on teoreettisesti juuttunut toisaalta Wolffin metafysiikan ajatuksettomuuteen, jonka mukaan jokin on *joko* satunnaista *tai* välttämätöntä, mutta ei molempia yhtä aikaa, ja toisaalta tuskin vähemmän ajatuksettomaan mekaaniseen determinismiin, joka yleisesti kieltää sattuman sanoissa tunnustaakseen sen käytännössä jokaisessa erillisessä tapauksessa.

Kun luonnontutkimus yhä ajatteli näin, niin mitä se *teki* Darwinin persoonassa?

Darwin lähtee käänteentekevässä teoksessaan¹⁶⁷ laajimmasta tosiasiallisesta sattuman perustasta. Juuri ne lukemattomat satunnaiset yksilöiden eroavuudet yksittäisten lajien sisäpuolella, eroavuudet, jotka voimistuvat lajiluonteen rajojen rikkoutumiseen saakka ja joitten lähimmätkin syyt ovat todistettavissa vain erittäin harvoissa tapauksissa, juuri ne pakottavat hänet saattamaan kyseenalaiseksi kaiken lainmukaisuuden entisen perustan biologiassa — lajikäsitteen sen entisessä metafyyysisessä jäykkyydessä ja muuttumattomuudessa. Mutta ilman lajikäsitettä ei koko tiede ollut mitään. Kaikki sen alat tarvitsivat lajikäsitettä perustaksi: ihmisen anatomia ja vertaileva anatomia, embryologia, eläintiede, paleontologia, kasvitiede jne., mitä ne olivat ilman lajikäsitettä? Kaikki niiden tulokset olivat tulleet epäilyksen alaisiksi ja suorastaan kumotuiksi. Sattuma kumoo tähänastisen käsityksen välttämättömyydestä.* Entinen kä-

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: («Tällä välin koottu aineisto sattumista on musertanut painollaan ja murtanut vanhan käsityksen välttämättömyydestä»). *Toim.*

sitys välttämättömyydestä osoittautuu kelvottomaksi. Siitä kiinnipitäminen merkitsee, että luonnolle yritetään tyrkyttää laiksi sen itsensä ja todellisuuden kanssa ristiriidassa olevaa ihmisen mielivaltaista määritystä, se merkitsee samalla kaiken elävässä luonnossa vallitsevan sisäisen välttämättömyyden kieltämistä, se merkitsee yleensä sattuman kaoottisen valtakunnan julistamista elävän luonnon ainoaksi laiksi.

»Tausves Jontof ei päde enää!»¹⁶⁸ huusivat kaikkien koulukuntien biologit aivan johdonmukaisesti.

Darwin*.

. . .

HEGEL, LOGIIKKA, NIDE I¹⁶⁹

»Jollekin vastakkain asetettu ei-mitään, jonkin ei-mitään, on määrätty ei-mitään.» (S. 74.)**

»Ottaessaan huomioon vastavuoroisesti määräytyvän» (maailman) »kokonaisuuden yhteyden, metafysiikka saattoi esittää sen — *itse asiassa tautologisen* — väitteen, että jos yksi tomuhiukkanen tuhottaisiin, luhistuisi koko maailmankaikkeus.» (S. 78.)

Kieltäminen pääkohta. »Johdanto», s. 38:

»Että itsensä kanssa ristiriidassa oleva ei päädy nollaan, abstraktiin ei-mihinkään, vaan *määräytyneen sisältönsä kieltämiseen*» jne.

Kieltämisen kieltäminen. »Phänomenologie», Esipuhe, s. 4, nappu, kukka, hedelmä jne.¹⁷⁰

[b] DIALEKTINEN LOGIIKKA JA TIETOTEORIA. »TIEDOSTAMISEN RAJOISTA»]

. . .

Luonnon ja hengen ykseys. Kreikkalaisille oli itsestään selvää, että luonto ei voi olla järjetön,

* Vrt. tämän julkaisun s. 374. *Toim.*

** Engels käytti tätä sitaattia muistiinpanossaan nollasta (ks. tämän julkaisun ss. 321—323). *Toim.*

mutta tänäänkin vielä tyhmimmätkin empiirikot osoittavat järkeilyllään (niin virheellistä kuin tämä lieneekin) olevansa edeltäpäin vakuuttuneita siitä, että luonto ei voi olla järjetön eikä järki luonnonvastaista.

. . .

Jonkin käsitteen tai käsitesuhteen (myönteinen ja kielteinen, syy ja vaikutus, substanssi ja aksidenssi) kehitys ajattelun historiassa on samassa suhteessa sen kehittymiseen yksityisen dialektikon päässä kuin organismin kehitys paleontologiassa on sen kehitykseen embryologiassa (tai pikemminkin historiassa ja erillisessä alkiossa). Että asia on näin, sen on käsitteiden kohdalla ensiksi keksinyt Hegel. Historiallisessa kehityksessä sattuma esittää osaansa, joka dialektisessa ajattelussa samoin kuin alkion kehityksessäkin *kokoutuu yhteen välttämättömydessä*.

. . .

Abstraktinen ja konkreettinen. Liikkeen muodonmuutoksen yleinen laki on paljon konkreettisempi kuin sen jokainen »konkreettinen» esimerkki.

. . .

Ymmärrys ja järki. Tämä Hegelin tekemä erottelu, jonka mukaan vain dialektinen ajattelu on järjellistä, on tavallaan mielekäs. Meillä on yhteistä eläinten kanssa kaikenlainen ymmärryksen toiminta: *induktio*, *deduktio*, siis myös *abstrahointi* (Didon¹⁷¹ sukukäsitteet: nelijalkaiset ja kaksijalkaiset), tuntemattomien esineitten *erittely* (jo pähkinän särkeminen on erittelyn alku), *synteesi* (eläinten ovelissa tempauksissa) ja molempien yhdistelmänä *kokeilu* (uusien esteiden ilmaantuessa ja uusissa tilanteissa). Laadultaan ovat kaikki nämä menettelytavat — siis kaikki tieteellisen tutkimuksen

keinot, jotka tavallinen logiikka tuntee — täysin samat ihmisellä ja korkeammilla eläimillä. Ne ovat erilaisia vain asteeltaan (kulloisenkin menetelmän kehitymisestä riippuen). Menetelmän peruspiirteet ovat yhtäläiset ihmisellä ja eläimellä ja vievät yhtäläisiin tuloksiin, mikäli molemmat työskentelevät vain näillä alkeellisilla menetelmillä tai tyytyvät niihin. Sitä vastoin dialektinen ajattelu — juuri siksi, koska sen edellytyksenä on itse käsitteiden luonnon tutkiminen — on mahdollista vain ihmiselle ja tällekin vasta suhteellisen korkealla kehitysasteella (budhalaiset ja kreikkalaiset) ja se saavuttaa täyden kehityksensä vielä myöhemmin uusimassa filosofiassa — ja *sittenkin* jo kreikkalaisilla oli valtavia saavutuksia, jotka ennakoivat pitkälle tutkimusta.

. . .

[ARVOSTELMIEN LUOKITTELUSTA]

Dialektinen logiikka, toisin kuin vanha pelkästään muodollinen logiikka, ei tyydy vain luettelemaan ajattelun liikkeen muotoja ja asettamaan niitä ilman keskinäistä yhteyttä toistensa rinnalle. Päinvastoin, se johtaa nämä muodot toisistaan, saattaa ne keskenään alistussuhteeseen eikä koordinoi niitä, se kehittää korkeammat muodot alemmista. Pitäen uskollisesti kiinni koko logiikkansa jaottelusta Hegel ryhmittelee arvostelmat seuraavasti:¹⁷²

1. Olevaisen arvostelma, arvostelman yksinkertaisin muoto, jossa yksittäisestä oliosta lausutaan yleinen ominaisuus myöntäen tai kieltäen (myönteinen arvostelma: ruusu on punainen; kielteinen: ruusu ei ole sininen; päättymätön: ruusu ei ole kameli);

2. Suhdearvostelma, jossa subjektista lausutaan jokin suhteellinen määritys, relaatio (yksiköl-

linen arvostelma: tämä ihminen on kuolevainen; osittainen: eräät, useat ihmiset ovat kuolevaisia; yleinen: kaikki ihmiset ovat kuolevaisia, tai ihminen on kuolevainen).¹⁷³

3. Välttämättömyyden arvostelma, jossa subjektista lausutaan sen substantiaaalinen määreellisyys (kategorinen arvostelma: ruusu on kasvi; hypoteettinen arvostelma: kun aurinko nousee, on päivä; erotteleva arvostelma: Suomensalamanderi on joko kala tai sammakkoeläin).

4. Käsitteen arvostelma, jossa subjektista lausutaan, missä määrin se vastaa yleistä luonnettaan tai, kuten Hegel sanoo, käsitettään (assertorinen arvostelma: tämä talo on huono; problemaattinen: jos talo on rakennettu niin ja niin, se on hyvä; apodiktinen: niin ja niin rakennettu talo on hyvä).

1. on yksittäinen arvostelma, 2. ja 3. erityinen, 4. yleinen.

Niin kuivaa luettavaa kuin tuo onkin ja niin mielivaltaiselta kuin tuo arvostelmien luokittelu ensi silmäykseltä paikoitellen näyttäneeikin, tämän ryhmittelyn sisäinen totuudellisuus ja välttämättömyys käy kuitenkin selväksi jokaiselle, joka perusteellisesti tutkii Hegelin teoksessa »Grosse Logik» (Werke V, 63—115)¹⁷⁴ suoritetun nerokkaan kehittelyn. Ja siitä, kuinka vankasti tämä ryhmittely perustuu sekä ajattelun että luonnon lakeihin, haluamme tässä mainita hyvin tunnetun esimerkin tämän aiheen ulkopuolelta.

Että kitka tuottaa lämpöä, sen tiesivät käytännössä jo esihistorialliset ihmiset, kun he noin 100 000 vuotta sitten keksivät, että hankaamalla voi saada aikaan tulen, ja jo aikaisemmin lämmittivät hankaamalla kylmiä ruumiinosia. Mutta tietämätöntä on, kuinka monta vuosituhatta tästä kului sen seikan keksimiseen,

että kitka on yleensä lämmön lähde. Kuitenkin tuli aika, jolloin ihmisaivot olivat kyllin kehittyneet voidakseen esittää arvostelman: *kitka on lämmön lähde*; se oli olevaisen arvostelma ja nimenomaan myönteinen.

Jälleen kului vuosituhansia, kunnes 1842 Mayer, Joule ja Colding tutkivat tätä erikoisilmiötä sen suhteessa toisiinsa sillä välin keksittyihin samankaltaisiin ilmiöihin, ts. sen lähimpien yleisten edellytysten kohdalta, ja muotoilivat arvostelman: *kaikenlainen mekaaninen liike voi kitkan avulla muuttua lämmöksi*. Niin paljon aikaa ja suunnaton määrä empiirisitä tietoja vaadittiin, ennen kuin esineen tiedostamisessa voitiin edetä edellä mainitusta olevaisen arvostelmasta tähän yleiseen suhdearvostelmaan.

Mutta nyt lähti asia nopeasti käyntiin. Jo kolme vuotta myöhemmin saattoi Mayer — ainakin itse asiaan nähden — nostaa suhdearvostelman sille asteelle, jossa se nyt pätee: *jokainen liikkeen muoto voi ja sen on pakkokin muuttua kussakin tapauksessa määräytyvillä ehdoilla välittömästi tai välillisesti miksi tahansa muuksi liikkeen muodoksi*. Se on käsitteen arvostelma ja nimenomaan apodiktinen, yleensä arvostelman korkein muoto.

Siis sen mikä Hegelillä esiintyy arvostelman ajatusmuodon kehityksenä sellaisenaan kohtaamme tässä *empiiriselle* pohjalle rakentuvien liikkeen luonnetta yleensä koskevien teoreettisten tietojemme kehityksenä. Mutta tämä osoittaa, että ajattelun lait ja luonnonlait ovat välttämättömästi sopusoinnussa keskenään, kunhan ne vain on oikein tiedostettu.

Ensimmäistä arvostelmaa voimme tarkastella yksittäisyyden arvostelmana: todetaan se erillinen tosiasia, että kitka tuottaa lämpöä. Toista arvostelmaa voidaan pitää erityisyyden arvos-

telmana: jokin erityinen liikkeen muoto, mekaaninen, on osoittanut ominaisuuden muuttua erityisissä olosuhteissa (kitkan johdosta) toiseksi erityiseksi liikkeen muodoksi, lämmöksi. Kolmas arvostelma on yleisyyden arvostelma: jokainen liikkeen muoto on osoittautunut kykeneväksi ja pakotetuksi muuttumaan miksi tahansa muuksi liikkeen muodoksi. Tässä muodossa laki on saavuttanut viimeisen ilmaisunsa. Uusilla keksinnöillä saatamme hankkia sille uusia todistuksia, uuden rikkaamman sisällön. Mutta lakiin itseensä, sellaisena kuin se on tässä ilmaistu, emme voi enää mitään lisätä. Yleisyydessään, jossa muoto ja sisältö ovat yhtä yleisiä, se ei ole enää laajennettavissa. Se on ehdoton luonnonlaki.

Valitettavasti olemme vaikeuksissa valkuaisaineen liikkeen muodon, alias* elämän kohdalla niin kauan kuin emme pysty valmistamaan valkuaisainetta.

. . .

Mutta edellä on myös osoitettu, että arvostukseen ei kuulu vain Kantin »Urteilskraft», vaan[...]**

. . .

Yksittäisyys, erityisyys, yleisyys, nämä ovat ne kolme määritettä, joissa koko »Oppi käsitteestä»¹⁷⁵ liikkuu. Eikä eteneminen yksittäisyydestä erityisyyteen ja tästä yleiseen tapahdu siinä yhdellä, vaan monella tavalla, ja Hegel esittää varsin usein esimerkkinä etenemisen yksilöstä lajiin ja sukuun. Ja sitten tulevat induktio-Haeckelit ja toittavat suurena aikaansa-

* — toisin sanoen. *Toim.*

** Tämä lyhyt kesken jäänyt katkelma on sen arkin 4. sivun lopussa, jonka 2. ja 3. sivulla sekä 4. sivun alussa on edellä esitetty pitkä katkelma arvostelman luokittelusta. Tämän huomautuksen kirjoittamattomassa loppuosassa Engels halusi todennäköisesti asettaa teesin kaiken tietomme empirisestä perustasta Kantin apriorismia vastaan (vrt. tämän julkaisun s. 276). *Toim.*

noksenaan — Hegeliä vastaan — että yksittäisestä on mentävä erityiseen ja siitä yleiseen, yksilöstä lajiin ja sukuun sallien sitten tehdä *deduktiopäätelmiä*, joiden pitäisi viedä eteenpäin! Ihmiset ovat jo niin juuttuneet induktion ja deduktion vastakohtaan, että he pelkistävät kaikki loogiset päättelymuodot näihin kahteen, lainkaan huomaamatta, että he 1) tietämättään soveltavat tuon nimisinä aivan toisia päättelymuotoja, 2) jäävät vaille päättelymuotojen koko rikkautta mikäli sitä ei voi puristaa noihin kahteen ja 3) siten he muuttavat kummankin muodon — induktion ja deduktion — sulaksi mielettömyydeksi.

* * *

Induktio ja deduktio. Haeckel, s. 75 ja eteenpäin, missä mainitaan Goethen induktiopäätelmästä, että ihmisellä, *jolla normaalisti ei ole välileukaa, täytyy* se olla, siis päätyi *väärällä* induktiolla johonkin oikeaan.¹⁷⁶

* * *

Haeckelin mielettömyyttä: induktio deduktiota vastaan. Ikään kuin ei deduktio = päättely, siis myös induktio on deduktiota. Tämä johtuu polarisoinnista. Haeckel. »*Natürliche Schöpfungsgeschichte*», ss. 76—77. Päättely polarisoituu induktioon ja deduktioon!

* * *

Induktion tietä todettiin sata vuotta sitten, että kravut ja hämähäkit olivat hyönteisiä ja kaikki alemmat eläimet matoja. Induktion avulla on nyt todettu, että se on mielettömyyttä ja että on olemassa x luokkaa. Missä on niin sanottu induktiopäätelmän paremmuus, kun se voi olla yhtä väärä kuin niin sanottu deduktiopäätelmäkin, jonka pohjana kuitenkin on luokittelu?

Induktio ei voi koskaan todistaa, ettei joskus voi olla imettäväistä ilman maitorauhasia. Aikaisemmin olivat nisät imettäväisen tunnusmerkki. Mutta vesinokkaeläimellä niitä ei ole.

Koko induktiovouhotus on lähtöisin englantilaisilta — Whewell, *inductive sciences**, jotka käsittivät vain matemaattisia tieteitä¹⁷⁷ — ja niin on keksitty vastakohta deduktiolle. Logiikka, vanha enempiä kuin uusikaan, ei tiedä siitä mitään. Kaikki päättelymuodot, jotka alkavat yksittäisestä, ovat kokeellisia ja kokemukseen perustuvia; induktiivinenkin päättely alkaa (yleisestä) *A — E — B.*¹⁷⁸

Meidän luonnontutkijoidemme ajatusvoimalle on kuvaavaa sekin, että Haeckel esiintyy fanaattisesti induktion puolesta hetkellä, jolloin induktion *tulokset* — luokittelut — asetetaan kaikkialla kyseen alaisiksi (*Limulus* — hämähäkki; *Ascidia* — selkärankainen tai *selkäjänteinen*, *Dipnoi*,** jotka alkujaan määriteltiin sammakoeläimiksi, osoittautuvatkin kaloiksi¹⁷⁹ ja päivittäin löydetään uusia tosiasioita, jotka kumoavat *koko* tähänastisen induktioluokittelun. Mikä kaunis todistus Hegelin väittämälle, että induktiopäätelmä on itse asiassa problemaattinen! Vieläpä koko organismien luokittelu on kehitysteorian edistyksen johdosta otettu pois induktiolta ja palautettu »deduktioon», polveutumiseen — jokin laji johdetaan kirjaimellisesti toisesta *deduktiivisesti* polveutumisen perusteella — ja kehitysteorian todistaminen pelkällä induktiolla on mahdotonta, koska se on täysin epäinduktiivinen. Käsitteet, joilla induktio pelaa: laji, suku, luokka, kehitysteoria on tehnyt liukuviksi ja siten *suhteellisiksi*. Mutta suhteelliset käsitteet eivät sovellu induktioon.

* — induktiiviset tieteet. *Toim.*

** — keuhkokalat. *Toim.*

*Kaikki-induktionisteille.** Mikään induktio maailmassa ei olisi koskaan auttanut meitä pääsemään selville induktion *prosessista*. Vain tämän prosessin *erittely* voi saada sen aikaan. — Induktio ja deduktio kuuluvat välttämättömästi yhteen, kuten synteesi ja analyysi.** Sen sijaan, että yksipuolisesti nostettaisiin toinen toisen kustannuksella taivaisiin, on yritettävä käyttää kumpaakin paikallaan, ja se voidaan tehdä vain silloin, kun pidetään mielessä, että ne kuuluvat yhteen ja täydentävät toisiaan. — Induktionistien mukaan induktio on virheetön menetelmä. Se on sitä niin vähän, että sen varmimmilta näyttävät tulokset tulevat joka päivä kumotuiksi uusien löytöjen johdosta. Valohiukkaset ja lämpöaine olivat induktion tuloksia. Missä ne ovat? Induktio opetti meille, että kaikilla selkärankaisilla on aivoiksi ja selkäytimiksi eriytynyt keskushermosto ja että selkäydin on suljettu rustoihin tai luisiin nikamiin — mistä näiden eläinten nimikin on otettu. Silloin tuli esiin suikulainen — selkärankainen, jolla oli eriytymätön keskushermosto, mutta *ei* selkänikamia. Induktio totesi, että kalat olivat niitä selkärankaisia, jotka koko elinaikansa hengittävät pelkästään kiduksilla. Sitten ilmaantui kaloja, joilla kidusten ohella olivat hyvin kehittyneet keuhkot ja osoittautui, että kalan uimarakossa oli potentiaalinen keuhko. Vasta rohkealla kehitysoopin käytöllä Haeckel auttoi induktionisteja pääsemään näistä ristiriidoista, joissa he olivat niin hyvin viihtyneet. — Jos induktio olisi todella niin virheetön, niin miksi sitten nuo rajua vauhtia toisiaan seuraavat mullistukset orgaa-

* Käsikirjoituksessa on »Den Allinduktionisten», ts. niille, jotka pitävät induktiota ainoana oikeana menetelmänä. *Toim.*

** Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Kemia, jossa *erittely* on vallitseva tutkimusmuoto, ei ole mitään ilman vastapuolta — *synteesiä*.» *Toim.*

nisen maailman luokittelussa? Ovathan ne induktion ominaisinta tuotetta ja sittenkin lyövävät toisiaan kuoliaaksi.

. . .

Induktio ja analyysi. Iskevä esimerkki siitä, kuinka vähän induktio voi vaatia tunnustamista ainoaksi tai edes hallitsevaksi tieteellisten keksintöjen muodoksi, on termodynamiikka. Höyrykone antoi vakuuttavimman todistuksen siitä, että lämmöstä voidaan saada mekaanista liikettä. 100 000 höyrykonetta eivät todistaneet sitä paremmin kuin yksi kone, mutta ne pakottivat fyysikkoja yhä suuremmassa määrin tämän asian selittämiseen. Sadi Carnot oli ensimmäinen, joka tarttui vakavasti asiaan. Mutta ei induktion avulla. Hän tutki höyrykonetta, eritteli sitä ja totesi, että oleellisin prosessi siinä ei esiinny *puhtaana*, vaan joutuu kaikenlaisten sivuprosessien peittoon, hän poisti nämä oleelliselle prosessille merkityksettömät sivuseikat ja konstruoi ideaalisen höyrykoneen (tai kaasukoneen), joka tosin on yhtä vähän toteutettavissa kuin geometrinen viiva tai pinta, mutta tekee omalla tavallaan saman palveluksen kuin nuo matemaattiset abstraktiot: se esittää prosessin puhtaana, riippumattomana ja väärentämättömänä. Ja hän törmäsi lämmön mekaaniseen ekvivalenttiin (ks. hänen funktionsa C^* merkitystä), jota hän ei pystynyt löytämään ja näkemään vain siitä syystä, että hän uskoi *lämpöaineeseen*. Tässä on myös todistus väriiden teorioiden vahingollisuudesta.

. . .

Havainnon empiria ei voi yksinään koskaan todistaa välttämättömyyttä riittävästi. Post hoc,

* Vrt. tämän julkaisun s. 59. *Toim.*

mutta ei propter hoc.* («Enzyklopädie», I, s. 84.¹⁸⁰ Tämä pitää paikkansa siinä määrin, että alituisesta auringon noususta aamuisin ei vielä seuraa, että se nousee jälleen huomennakin, ja nyt todellakin tiedämme, että tulee hetki, jolloin aurinko eräänä aamuna *ei nouse*. Mutta välttämättömyyden todistus on inhimillisessä toiminnassa, kokeessa ja työssä: jos voin sen *tehdä* post hoc, siitä tulee samaa kuin *propter hoc*.**

• • •

Kausaliteetti. Ensimmäinen seikka, joka pistää silmään tarkastellessamme liikkuvaa materiaa, on yksittäisten kappaleiden yksittäisten liikkeiden keskinäinen yhteys, niiden *riippuvuus* toisistaan. Mutta emme havaitse vain sitä, että tietty liike seuraa toista, vaan havaitsemme myös, että voimme aiheuttaa tietyn liikkeen luomalla ne edellytykset, joiden vallitessa se tapahtuu luonnossa, ja että voimme aiheuttaa sellaisiakin liikkeitä, joita ei lainkaan esiinny luonnossa (teollisuus) — ei ainakaan samalla tavalla — ja että voimme antaa näille liikkeille edeltäpäin määrätyn suunnan ja laajuuden. *Tähän seikkaan, ihmisen toimintaan*, perustuukin käsitys *kausaliteetista*, se käsitys, että jokin liike on toisen *syy!* Tiettyjen luonnonilmiöiden säännöllinen peräkkäisyys voi tosin yksinäänkin synnyttää käsityksen kausaliteetista: lämpö ja valo, jotka tulevat auringon mukana; mutta tässä ei ole mitään todistusta, ja Humen skeptisismi oli sikäli oikeassa sanoessaan, että säännöllinen post

* — Tämän jälkeen, mutta ei tämän tähden. Lause »post hoc, ergo propter hoc» («tämän jälkeen, siis tämän tähden») merkitsee epäoikeutettua päätelmää kahden ilmiön syy-suhteesta, mikä perustuu vain siihen, että toinen ilmiö seuraa toista. *Toim.*

** Toisin sanoen, jos voin saada aikaan ilmiöiden tietyn johdonmukaisuuden, on se samaa kuin todistus niiden välttämättömyydestä syy-yhteydestä. *Toim.*

hoc ei voi koskaan olla perusteluna propter hoc'ille. Mutta ihmisen toiminta *todentaa* kausaliteetin. Jos keskitämme polttopöydillä auringonsäteet yhteen polttopisteeseen ja saamme niillä aikaan samanlaisen tehon kuin saadaan samoin keskitetyillä tavallisen tulen säteillä, todistamme sillä, että lämpö tulee auringosta. Jos panemme kivääriin sytyttimen, panoksen ja luodin ja sitten laukaisemme, niin odotamme kokemuksesta ennalta tunnettua tehoa, koska voimme kaikkia yksityiskohtia myöten seurata koko tapahtumasarjaa, palamista, räjähdystä äkillisen kaasuksi muuttumisen johdosta, kaasun painetta luotiin. Eikä skeptikko voi tässä edes sanoa, ettei tähänastisesta kokemuksesta voida päätellä saman toistuvan seuraavalla kerralla. Todellisuudessa sattuu joskus niin, että sama *ei* toistu, että sytytys tai ruuti ei toimi, että pyssyn piippu halkeaa jne. Mutta juuri tämä *todistaa* kausaliteetin eikä kumoa sitä, koska voimme asiaa kunnollisesti tutkivalta löytää jokaisen sellaisen säännöstä poikkeamisen syyn: sytyttimen kemiallinen hajoaminen, ruudin kosteus tms., piipun vioittuminen jne., joten kausaliteetti on tässä todennettu niin sanoaksemme *kaksinkertaisesti*.

Niin luonnontiede kuin filosofiakin ovat näihin saakka kokonaan jättäneet huomiotta kysymyksen ihmisen toiminnan vaikutuksesta hänen ajatteluunsa. Ne tuntevat toisaalta vain luonnon, toisaalta vain ajattelun. Mutta inhimillisen ajattelun oleellisin ja lähin perusta on juuri *ihmisen suorittama luonnon muuttaminen* eikä yksin vain luonto sellaisenaan, ja ihmisen äly kasvoi sitä mukaa kuin hän oppi muuttamaan luontoa. Siitä syystä naturalistinen historiankäsitys — sellaisena kuin sitä esiintyy esimerkiksi jossakin määrin Draperilla ja toisilla luonnontutkijoilla,

joiden mukaan ainoastaan luonto vaikuttaa ihmiseen, hänen historiallinen kehityksensä riippuu yksinomaan luonnon olosuhteista — on yksipuolinen ja unohtaa, että ihminenkin vaikuttaa takaisin luontoon, muuttaa sitä ja hankkii uusia olemassaolon edellytyksiä. Saksan »luonnosta», sellaisena kuin se oli germaanien vaeltaessa sinne, on hiton vähän jäljellä, Maan pinta, ilmasto, kasvisto, eläimistö ja ihmisetkin ovat äärettömästi muuttuneet, ja kaikki se on tapahtunut ihmisten toiminnan tuloksena, kun taas muutokset, joita Saksan luonnossa on tänä aikana tapahtunut ilman ihmisen myötävaikutusta, ovat mitättömän vähäisiä.

. . .

Vuorovaikutus on ensimmäinen seikka, joka tulee vastaamme kun tarkastelemme liikkuvaa materiaa kokonaisuudessaan nykyisen luonnontieteen kannalta. Näemme lukuisia liikkeen muotoja: mekaanista liikettä, lämpöä, valoa, sähköä, magnetismia, kemiallista yhdistymistä ja hajoamista, aggregaatiotilojen muutoksia, orgaanista elämää, jotka kaikki — ottamatta *toistaiseksi* lukuun orgaanista elämää — muuttuvat toisikseen, ovat toistensa ehtoina, ovat täällä syitä, tuolla vaikutuksia liikkeiden kokonaissumman pysyessä kaikissa vaihtelevissa muodoissa samana (Spinoza: *substanssi on causa sui**, se ilmaisee sattuvasti vuorovaikutuksen).¹⁸¹ Mekaaninen liike muuttuu lämmöksi, sähköksi, magnetismiksi, valoksi jne. ja vice versa.** Siten luonnontiede vahvistaa sen mitä Hegel sanoo (missä?), että vuorovaikutus on olioiden todellinen causa finalis***. Emme pääse pitemmälle taaksepäin

* — *oman itsensä syy. Toim.*
 ** — *päinvastoin. Toim.*
 *** — *lopullinen syy. Toim.*

kuin tämän vuorovaikutuksen tiedostamiseen, koska sen takana ei ole mitään tiedostettavaa. Jos olemme tiedostaneet materian liikkeen muodot (mistä tosin vielä hyvin paljon puuttuu sen ajan lyhyiden vuoksi, jona luonnontiede on ollut olemassa), olemme tiedostaneet itsensä materiankin ja silloin tiedostaminen on suoritettu. (Groven koko väärinkäsitys kausaliteetista perustuu siihen, että hän ei pääse perille vuorovaikutuksen kategoriasta; hänellä on asia, mutta ei abstraktia ajatusta, ja siitä sekaannus. Ss. 10—14.¹⁸²) Vasta tästä yleisestä vuorovaikutuksesta tulemme todelliseen kausaalisuhteeseen. Ymmärtääksemme yksittäiset ilmiöt meidän on irrotettava ne yleisistä yhteyksistään, tarkasteltava niitä eristettyinä ja *silloin* ilmaantuvat vaihtelevat liikkeet, toinen syynä, toinen vaikutuksena.

* * *

Sille, joka kieltää kausaliteetin, jokainen luonnolaki on hypoteesi, samalla myös avaruuskappaleiden kemiallinen erittely prismaattisen spektrin avulla. Mitä ajattelun latteutta niillä, jotka tähän pysähtyvät!

* * *

NÄGELIN KYKENEMÄTTÖMYYDESTÄ TIEDOSTAA ÄÄRETÖNTÄ¹⁸³

Nägeli, ss. 12—13

Nägeli sanoo ensiksi, että emme voi tiedostaa todella laadullisia eroja, ja sanoo heti perään, että sellaisia »ehdottomia eroja» ei luonnossa esiinny! (S. 12.)

Jokaisella laadulla on ensinnäkin useita määrellisiä asteita, esim. värivivahteet, kovuus ja pehmeys, pitkäikäisyys jne., ja vaikka nämä

ovatkin laadullisesti erilaisia, ne ovat mitattavissa ja tiedostettavissa.

Toiseksi ei ole olemassa laatuja vaan ainoastaan olioita, *joilla on* laatuja, ja laatuja on ääretömän monia. Kahdella erilaisella oliolla on aina tiettyjä laatuja yhteisinä (vähintäänkin kappaleellisia ominaisuuksia) ja toisia asteittain erilaisia, voivatpa jotkut laadut kokonaan puuttuakin joltakin näistä olioista. Jos vertailemme toisiinsa kahta äärimmäisen erilaista oliota — esim. meteoriittia ja ihmistä — löydämme vähän yhteistä, korkeintaan sen, että molemmilla on paino ja muita yleisiä kappaleominaisuuksia yhteisinä. Mutta molempien väliin liittyy ääretön joukko muita luonnon olioita ja luonnon tapahtumia, jotka suovat meille mahdollisuuden täydentää meteoriittista ihmiseen johtavaa sarjaa ja osoittaa kullekin paikkansa luonnon yhteydessä ja siten *tiedostaa* ne. Nägelikin myöntää tämän.

Kolmanneksi erilaiset aistinelimemme saattaisivat antaa meille absoluuttisesti erilaisia laadullisia vaikutelmia. Ominaisuudet, jotka havaitsemme näkö-, kuulo-, haju-, maku- ja tuntoaistin välityksellä, olisivat tämän mukaan absoluuttisesti erilaiset. Mutta erot häviävät tässäkin tutkimuksen edistyessä. Haju ja maku on kauan sitten todettu toisilleen läheisiksi, samankaltaisiksi aisteiksi, jotka havaitsevat samankaltaisia, ellei identtisiä ominaisuuksia. Näkö ja kuulo havaitsevat aaltovärähtelyjä. Tuntoaisti ja näkö täydentävät toisiaan siinä määrin, että nähdessämme jonkin olion voimme usein sanoa edeltä päin sitä kosketeltaessa ilmenevät ominaisuudet. Ja vihdoin se on aina sama *minä*, joka ottaa vastaan kaikki nämä erilaiset aistivaikutelmat, muovaa niitä ja siis kokoaa ne yhteen; toisaalta nämä erilaiset vaikutelmat ovat lähöisin samasta esineestä, jonka *yhteisinä* omi-

naisuuksina ne esiintyvät ja siten auttavat sen tiedostamisessa. Näiden erilaisten, vain aistin- elinten havaittavissa olevien ominaisuuksien selittäminen ja niiden saattaminen keskenään sisäiseen yhteyteen onkin juuri tieteen tehtävä, eikä se ole tähän mennessä valittanut, ettei meillä ole viiden erikoisaistin sijasta yhtä yleisaistia tai että emme voi nähdä tai kuulla makuja tai hajuja.

Katsommepa minne tahansa, ei luonnossa näy missään sellaisia »laadullisesti tai absoluuttisesti erilaisia alueita» [s. 12], joita sanotaan käsittelemättömiksi. Koko tuo sekaannus johtuu laadun ja määrän sekoittamisesta. Vallitsevan mekaanisen käsityksen mukaisesti Nägeli pitää kaikkia laadullisia muutoksia selitettynä vain sikäli kuin ne voidaan pelkistää määrällisesti (tästä tulee puhe toisaalla). Toisin sanoen sekaannus johtuu siitä, että hän pitää laatua ja määrää ehdottomasti eri kategorioina. Metafy- siikkaa.

»Voimme tiedostaa vain äärellisen»* jne. [S. 13.]

Se on aivan oikein vain sikäli kuin tiedostuksemme piiriin joutuu vain äärellisiä olioita. Mutta lause tarvitsee täydennyksen: »voimme varsinaisesti tiedostaa vain äärettömän». Itse asiassa kaikki todellinen, tyhjentävä tiedostaminen on sitä, että me ajatuksissamme nostamme yksittäisen yksittäisyydestä erityisyyteen ja tästä yleisyyteen, että löydämme ja toteamme äärettömän äärellisessä, ikuisen katoavassa. Mutta yleisyyden muoto on sisäisen täydellisyyden ja samalla äärettömyyden muoto, se on monien äärellisten olioiden yhdistymistä äärettömäksi. Tiedämme, että kloori ja vety tietyissä paino-

* Kursiivointi Engelsin. Toim.

ja lämpötilarajoissa ja valon vaikutuksesta yhdistyvät räjähdyksessä kloorivetykaasuksi, ja kun tiedämme tämän, tiedämme myös sen, että näin tapahtuu *aina* ja *kaikki*alla, missä mainitut edellytykset ovat olemassa, ja on yhdentekevää, toistuuko se kerran vai miljoona kertaa ja kuinka monella taivaankappaleella. Yleisyyden muoto luonnossa on *laki* eikä kukaan muu puhu enempää *luonnonlakien ikuisuudesta* kuin luonnontutkijat. Kun siis Nägeli sanoo, että äärellinen tehdään käsittämättömäksi, ellei tyydytä vain tämän äärellisen tutkimiseen, vaan sekoitetaan siihen ikuista, hän kieltää joko luonnonlakien tiedostettavuuden tai niiden ikuisuuden. Kaikki tosi luonnon tiedostaminen on ikuisen, äärettömän tiedostamista ja siksi oleellisesti absoluuttista.

Mutta tässä absoluuttisessa tiedossa on merkittävä mutta. Kuten tiedostettavan aineiston äärettömyys koostuu pelkistä äärellisyyksistä, samoin myös absoluuttisesti tiedostavan ajattelun äärettömyys koostuu äärettömästä määrästä äärellisiä ihmispäitä, jotka työskentelevät tämän äärettömän tiedon parissa toistensa rinnalla ja toistensa jälkeen, tekevät käytännöllisiä ja teoreettisia virheitä, lähtevät epäonnistuneista, yksipuolisista ja vääristä olettamuksista, seuraavat harhauttavia vääriä ja epävarmoja ratoja eivätkä usein huomaa oikeaa ratkaisua silloinkaan, kun se on nenän edessä (Priestley).¹⁸⁴ Äärettömän tiedostaminen on siten kaksinker- taisten vaikeuksien muurin ympäröimä ja voi luontonsa mukaisesti toteutua vain jonkinlaisena äärettömän asymptoottisena prosessina. Ja tämä riittää meille täysin voidaksemme sanoa: ääretön on yhtä tiedostettava kuin tiedostamaton, ja tämä on kaikki, mitä me tarvitsemme.

Koomisella tavalla sanoo Nägeli samaa:

»Voimme tiedostaa vain äärellistä, mutta myös *kaiken äärellisen**, joka joutuu aistihavaintomme piiriin.»

Sanottuun piiriin joutuva äärellisyys muodostaa yhteensä äärettömyyden, ja *juuri tästä summasta on Nägeli saanut käsityksensä äärettömyydestä*. Sillä ilman tätä äärellistä jne. hänellä ei olisi mitään käsitystä äärettömästä!

(Huonosta äärettömästä sellaisenaan on puhuttava toisaalla.)

Ennen tätä äärettömyystutkimusta Nägeli sanoo seuraavaa:

1) »Mitättömän pieni alue» avaruudessa ja ajassa.
2) »Todennäköisesti puutteellinen aistinelinten kehitys.»

3) »Voimme tiedostaa vain äärellisen, katoavan, muuttuvan, vaihtelevan, vain asteittain erilaisen ja suhteellisen, koska voimme vain siirtää matemaattisia käsitteitä luonnollisiin olioihin ja arvioida näitä vain niistä itsestään otettujen mittojen mukaan. Kaikesta äärettömästä tai ikuisesta, kaikesta pysyvästä, ehdottomista erilaisuuksista meillä ei ole mitään käsitystä. Tiedämme tarkoin, mitä tunti, metri tai kilogramma merkitsee, mutta emme tiedä, mitä on aika, avaruus, voima ja aine, liike ja lepo, syy ja vaikutus.» [S. 13.]

Tuo on vanha tarina. Ensin tehdään abstraktioita aistittavista olioista ja sitten halutaan tiedostaa ne aistimellisesti, nähdä aika ja hais-taa avaruus. Empiirikko syventyy siinä määrin totunnaiseen empiiriseen kokemiseen, että hän luulee olevansa vielä aistikokemuksen alueella silloinkin kun hän askartele abstraktioiden parissa. Tiedämme, mitä on tunti, metri, mutta emme tiedä, mitä on aika ja avaruus! Ikään kuin aika olisi muuta kuin pelkkiä tunteja ja avaruus muuta kuin pelkkiä kuutiometrejä! Kumpikaan

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

materian olomuoto ei tietenkään ole mitään ilman materiaa, ne ovat tyhjiä kuvitelmia, abstraktioita, jotka ovat olemassa vain meidän päässämme. Mutta emmehän me kuulemma tiedäkään, mitä materia ja liike ovat! Emme luonnollisestikaan, sillä kukaan ei ole nähnyt eikä muutenkaan kokenut materiaa sinänsä tai liikettä sinänsä, vaan ainoastaan erilaisia todella olemassaolevia aineita ja liikkeen muotoja. Aine, materia ei ole mitään muuta kuin niiden aineitten kokonaisuus, josta tämä käsite on abstrahoitu; liike sinänsä ei ole muuta kuin kaikkien aistein havaittavien liikkeen muotojen kokonaisuus; sellaiset sanat kuin aine ja liike eivät ole mitään muuta kuin *lyhennelmiä*, joissa koamme yhteen erilaisia aistein havaittavia olioita niiden yhteisten ominaisuuksien mukaan. Ainetta ja liikettä *ei* siis *voida* tiedostaa mitenkään muutoin kuin tutkimalla erillisiä aineita ja liikkeen muotoja, ja tiedostaessamme nämä tiedostamme sikäli myös materian ja liikkeen *sinänsä*. Kun siis Nägeli sanoo, ettemme tiedä, mitä on aika, avaruus, aine, liike, syy ja vaikutus, hän väittää vain, että me ensin teemme päässämme abstraktioita todellisesta maailmasta, mutta emme sitten pystykään tiedostamaan näitä omatekoisia abstraktioita, koska ne ovat ajatuksellisia eivätkä aistittavia olioita ja koska kaikki tiedostaminen on Nägelin mukaan *aistimellista mittausta!* Tämä on aivan samaa kuin se Hegelin mainitsema vaikeus, että voimme kyllä syödä kirsikoita ja luumuja, mutta emme *hedelmää*, koska kukaan ei ole vielä syönyt hedelmää sinänsä.¹⁸⁵

Kun Nägeli väittää, että luonnossa todennäköisesti on paljonkin liikkeen muotoja, joita emme

voi aistein havaita, on se turha veruke, joka merkitsee — *ainakin meidän tiedostuksellemme* — liikkeen luomisen mahdottomuutta koskevan lain kieltämistä, sillä voivathan nuo aistein havaitsemattomat liikkeen muodot *muuttua meille havaittavaksi liikkeeksi!* Silloin olisi esimerkiksi kosketussähkö helposti selitetty!

. . .

Nägelin ad vocem*. Äärettömän käsittämättömyys. Kun sanomme, että ainetta ja liikettä ei ole luotu ja että ne eivät ole hävitettävissä, sanomme, että maailma on olemassa loputtomana prosessina, ts. huonon äärettömyyden muodossa; ja siten olemme käsittäneet tässä prosessissa kaiken, mitä tarvitsee käsittää. Korkeintaan nousee vielä kysymys, onko tämä prosessi — suurissa kiertokuluissa — saman ikuista toistumista vai onko näillä kiertokuluilla laskevia ja nousevia haarautumia.

. . .

Huono äärettömyys. Todellisen äärettömyyden on Hegel sijoittanut oikein *täyttyneeseen* avaruuteen ja aikaan, luonnon prosessiin ja historiaan. Nyt on koko luonto sulautunut historiaan, ja historia eroaa luonnonhistoriasta ainoastaan *itsestään tietoisien* organismien kehitysprosessina. Tähän luonnon ja historian äärettömään moninaisuuteen sisältyy avaruuden ja ajan äärettömyys — huono äärettömyys — vain kumoutuneena, tosin oleellisena, mutta ei voittopuolisena momenttina. Luonnontieteemme raja on vielä nykyisin *meidän* maailmamme, emmekä me tarvitse sen ulkopuolella olevia äärettömän monia maailmoita tiedostaaksemme luonnon. Jopa yksi ainoa aurinko miljoonien aurinkojen joukossa ja sen aurinkokunta muodostaa tähti-

* — johdosta. *Toim.*

tieteellisen tutkimustyömme oleellisen pohjan. Maan mekaniikan, fysiikan ja kemian kohdalla meidän on enemmän tai vähemmän, orgaanisen tieteen kohdalla kokonaan rajoitettava pieneen Maahan. Eikä tästä kuitenkaan ole oleellista haittaa käytännöllisesti katsoen äärettömälle ilmiöiden moninaisuudelle ja luonnon tiedostamiselle, samoin kuin historiaakaan ei haittaa samankaltainen, mutta vielä suurempi rajoittuminen suhteellisen lyhyeen aikaan ja pieneen osaan Maata.

. . .

1) Ääretön edistys on Hegelillä tyhjää autiutta, koska se esiintyy vain *saman ikuisena toistona*: $1 + 1 + 1$ jne.

2) Mutta todellisuudessa se ei ole toistoa, vaan kehitystä, etenemistä tai takaisin menoa, ja siten siitä tulee välttämätön liikkeen muoto. Puhumattakaan siitä, ettei se ole ääretön: Maan elinajan loppu on jo nähtävissä. Maa sikseen ei olekaan koko maailma. Hegelin järjestelmässä kaikenlainen kehitys luonnon ajallisessa historiassa oli mahdoton, muutenhan luonto ei olisi hengen olemista itsensä ulkopuolella. Mutta ihmisen historiassa Hegel tunnustaa äärettömän edistyksen »hengen» ainoaksi todeksi olomuodoksi, vaikka hän mielikuvituksellisesti olettaa tämän kehityksen lopun — Hegelin filosofian täyttymisessä.

3) On olemassa myös ääretöntä tiedostamista*: tuo ääretön, jota oliolla ei ole edetessään, on niillä kiertokulussaan.¹⁸⁷ Niin on laki muodonmuutoksesta ääretön, itseensä päättyvä. Mutta sellaiset äärettömyydet ovat taaskin äärellisyy-

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »(Määrä, s. 259. Tähtitiede).»¹⁸⁸ *Toim.*

den rasittamia, esiintyvät vain paloittain. Niin
myös $\frac{1}{r^2}$.¹⁸⁸

. . .

Ikuiset luonnonlait muuttuvat myös yhä enemmän historian laeiksi. Että vesi 0—100° lämmössä on nestemäistä, se on ikuinen luonnonlaki, mutta jotta se olisi pätevä, täytyy olla 1) vettä, 2) tietty lämpötila ja 3) normaalipaine. Kuussa ei ole vettä, auringossa on vain sen omat alkuaineet, eikä tämä laki ole noille taivaankappaleille olemassa. — Meteorologian lait ovat myös ikuisia, mutta vain Maan tai sellaisen kappaleen kohdalla, jolla on sama suuruus, tiiviys, akselin kaltevuus ja lämpötila kuin Maalla, ja edellyttäen, että sillä on ilmakehä, jossa on sama hapen ja typen seos ja samat määrät haihtuvaa ja laskeutuvaa vesihöyryä. Kuulla ei ole ilmakehää, Auringon ilmakehä on muodostunut hehkuvista metallihöyryistä, edellisellä ei ole mitään meteorologiaa, jälkimmäisellä se on aivan toista kuin meillä. — Meidän koko virallinen fysiikkamme, kemiamme ja biologiamme on yksinomaan *geosentriska*, vain Maata tarkoittavaa. Emme tunne vielä lainkaan sähköisen ja magneettisen jännitystilän suhteita Auringossa, kiintotähdillä ja sumumassoissa, emme myöskään kiertotähdillä, joilla on toinen tiiviys. Aineiden kemiallisten yhdisteiden lait kumoutuvat Auringossa korkean lämpötilan johdosta tai ne vaikuttavat vain lyhytaikaisesti Auringon ilmakehän rajoilla ja yhdisteet hajoavat jälleen Aurinkoa lähestyttäessä. Auringon kemia on vasta syntymässä, ja siitä tulee välttämättä toisenlainen kuin Maan kemia; se ei kumoa viimeksi mainittua, mutta on tämän ulkopuolella. Sumumassoilla ei ehkä ole niitä 65 alkuainetta, jotka mahdollisesti ovat itse yhdisteit. Kun siis

haluamme puhua yleisistä luonnonlaeista, jotka sopivat yhtäläisesti *kaikkiin* kappaleihin — summassasta ihmiseen — meille jää vain paino ja ehkä kaikkein yleisimmässä muodossa esitetty teoria energian muuttumisesta eli yksinkertaisesti sanoen mekaaninen lämpöteoria: Mutta itse tämä teoria, kun sitä johdonmukaisesti sovelletaan kaikkiin luonnon ilmiöihin, muuttuu niiden muutosten historialliseksi esitykseksi, joita tapahtuu jossakin maailmanjärjestelmässä, sen syntymisestä sen perikatoon saakka, siis historiaksi, jonka jokaisella asteella hallitsevat toiset lait, ts. saman universaalisen liikkeen toiset ilmenemismuodot, joten yleisesti ehdottomaksi ei jää mitään muuta kuin *liike*.

. . .

Geosentrinen katsantokanta tähtitieteessä on rajoitettu ja oikeutetusti sivuutettu. Mutta sitä mukaa kuin menemme eteenpäin tutkimuksissa, se pääsee yhä enemmän oikeuksiinsa. Aurinko jne. *palvelevat* Maata. (Hegel, »Naturphilosophie», s. 155.)¹⁸⁹ (Koko valtavan suuri Aurinko on olemassa vain pienten planeettain tähden.) Mikään muu kuin geosentrinen fysiikka, kemia, biologia, meteorologia ei ole meille mahdollista eivätkä nämä menetä mitään väitettäessä että ne pätevät vain Maan suhteen ja ovat näin ollen vain suhteellisia. Jos tuo otetaan vakavasti ja vaaditaan keskusketonta tiedettä, silloin pysäytetään *kaikki* tiede: Meille riittää kun tiedämme, että samanlaisten olosuhteiden^o vallitessa *täytyy tapahtua* kaikkialla samanlaista — niin-kin kaukana meistä oikealle tai vasemmalle^u kuin 1000 biljoonaa kertaa Auringon etäisyys Maasta.

. . .

Tiedostaminen: Muurahaisilla on toisenlaiset silmät kuin meillä, ne näkevät kemialliset (?)

valonsäteet («Nature», 8. kesäkuuta 1882, Lubbock),¹⁹⁰ mutta me olemme päässeet samojen meille näkymättömien säteiden tiedostamisessa merkittävästi pitemmälle kuin muurahaiset, ja jo se seikka, että voimme todistaa muurahaisten *näkevän* esineitä, jotka ovat meille näkymättömiä, ja että tämä todistus nojautuu pelkästään *meidän* silmillämme tehtyihin havaintoihin, osoittaa että ihmissilmän erikoinen rakenne ei ole mikään inhimillisen tiedostamisen ehdoton raja.

Silmiemme lisäksi eivät tule mukaan vain muut aistihavainnot, vaan myös ajatustoimintamme. Tämän suhteen on asianlaita jälleen aivan sama kuin silmän kohdalla. Tietääksemme, mitä ajattelumme voi saada selville, ei ole lainkaan tarpeen 100 vuotta Kantin jälkeen pyrkiä määrittelemään ajattelun kantavuutta lähtien järjen kritiikistä, tiedostusinstrumentin tutkimisesta, se on yhtä hyödytöntä kuin Helmholtzin taipumus nähdä näkömme vaillinaisuudessa (mikä on välttämätöntäkin, koska silmä joka näkisi *kaikki* säteet, *ei* juuri siitä syystä näkisi *yhtään mitään*) ja silmäme rakenteessa, joka pitää näkömme tietyissä rajoissa eikä niissäkään anna täsmällistä kuvaa — todistus siitä, että silmäme antavat meille vääriä tai epävarmoja tietoja näkemämme ominaisuuksista. Sen mitä ajattelumme kykenee selvittämään, näemme pikemminkin siitä, mitä se jo on selvittänyt ja mitä se päivittäin selvittää. Ja tämä riittääkin sekä määrän että laadun puolesta. Sitä vastoin ajatusmuotojen, ajatuskategoriain tutkiminen on erittäin antoisaa ja välttämätöntä, ja tähän tehtävään on Aristoteleen jälkeen vain Hegel systemaattisesti ryhtynyt.

Tosin emme koskaan pääse selville, *millaisilta* kemialliset säteet näyttävät muurahaista.

Sitä, jota tämä surettaa, ei voida mitenkään auttaa.

* * *

Kehitysmuotona luonnontieteessä, sikäli kuin se ajattelee, on *hypoteesi*. Havaitaan jokin uusi tosiasia, joka tekee mahdottomaksi entisen selitystavan samaan ryhmään kuuluville asioille. Tästä hetkestä alkaen tulevat tarpeellisiksi uudet selitystavat ja ne perustuvat lähinnä vain rajoitettuun määrään tosiasioita ja havaintoja. Uudempi havaintoaineisto puhdistaa nämä hypoteesit, syrjäyttää joitakin, oikoo toisia, kunnes laki on lopulta todettu puhtaassa muodossa. Jos haluttaisiin odottaa kunnes aineisto on *puhdas* lakia varten, se merkitsisi ajattelevan tutkimuksen keskeyttämistä siihen saakka eikä lakia siten saataisi koskaan aikaan.

Toisiaan syrjäyttävien hypoteesien lukumäärä ja vaihtelu — luonnontieteilijöiden puuttuvan loogisen ja dialektisen valistuneisuuden johdosta — aiheuttavat helposti sen luulon, että emme voi tiedostaa olioiden *olemusta* (Haller ja Goethe).¹⁹¹ Tämä ei ole ominaista vain luonnontieteille, koska kaikki inhimillinen tiedostaminen kehittyy moninkerroin mutkikasta käyrää ja teorit syrjäyttävät toisiaan historiatieteissäkin filosofiaa myöten — mistä kukaan ei kuitenkaan esimerkiksi päättele, että muodollinen logiikka on mielettömyyttä. — Tämän käsityksen viimeinen muoto on »olio sinänsä». Tuo väite, että emme voi tiedostaa olioita sinänsä (Hegel, »Enzyklopädie», § 44), ensinnäkin astuu tieteestä mielikuvituksen alueelle. Toiseksi se ei lisää tieteelliseen tietoomme sanaakaan, sillä jos emme voi olla tekemisissä olioiden kanssa, ne eivät ole meille olemassa. Ja kolmanneksi tuo väite on

pelkkä fraasi, jota ei koskaan sovelleta. Abstraktisesti otettuna se kuulostaa aivan ymmärrettävältä. Mutta sovellettakoon sitä. Mitä on ajateltava eläintieteilijästä, joka sanoisi: »Koirailla näyttää olevan neljä jalkaa, mutta emme tiedä, onko sillä todellisuudessa 4 miljoonaa jalkaa vai ei yhtään?» Mitä olisi ajateltava matemaatikosta, joka ensin määrittelee kolmion kolmisivuiseksi ja sitten selittää, ettei hän tiedä, vaikka sillä olisi 25 sivua? Tai että 2×2 näyttää olevan 4? Mutta luonnontutkijat varovat kyllä käyttämästä fraasia oliosta sinänsä luonnontieteessä, vain mennessään filosofian alueelle he sallivat sen itselleen. Tämä on paras todistus siitä, kuinka kevytmielisesti he sen ottavat ja kuinka vähän arvoinen se on itsessään. Jos se olisi heille vakava asia, niin à quoi bon* ylipäätään pitäisi tutkia mitään?

Historiallisesti katsoen tässä olisi tiettyä mielekkyyttä: voimme tiedostaa vain oman aikakautemme suomissa edellytyksissä ja vain niin pitkälle kuin nämä edellytykset sallivat.

* * *

Olio sinänsä. Hegel, »Logiikka», II, s. 10 (myös myöhemmin kokonainen kappale siitä).¹⁸²

»'On' — näin ei skeptisismi rohjennut sanoa; uudempi idealismi» (ts. Kant ja Fichte) »ei rohjennut nähdä tiedostuksessa tietoa oliosta sinänsä...** Mutta samaan aikaan skeptisismi soi itselleen moninaisia näennäisyytensä määrittäksiä tai pikemminkin sen näennäisyydellä oli koko maailman moninkertainen rikkaus sisältönään. Samoin käsittää idealismin *ilmiö**** (ts. se mitä idealismi sanoo ilmiöksi) »piiriinsä nämä moninaiset määreellisyydet kaikessa laajuudessaan... Olkoon että tämän sisällön pohjana ei ole mitään olemista, mitään oliota tai oliota

* — miksi sitten. *Toim.*

** Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Vrt. 'Enzyklopädie', I, s. 252»¹⁸³. *Toim.*

*** Kursivointi Engelsin. *Toim.*

sinänsä; *se itse pysyy sellaisena kuin se on; se on vain siirretty olemisesta näennäisyyteen**.»

Hegel on siis tässä paljon päättäväisempi materialisti kuin aikansa luonnontutkijat.

• • •

Kantin *olion sinänsä* arvokas itsekritiikki, joka osoittaa, että Kant kompastuu myös ajattelevaan »minäänsä» ja löytää siinäkin tiedostamattoman olion sinänsä. (Hegel, V, s. 256 ja seur.)¹⁹⁴

* Kursivointi Engelsin. Toim.

[MATERIAN LIIKKEEN MUODOT. TIETEIDEN LUOKITTELU]

* * *

Causa finalis* — materia ja siihen oleellisesti kuuluva liike. Tämä materia *ei ole abstraktio*. Jo Auringossa ovat yksityiset aineet dissoioituneet ja vaikutukseltaan erottamattomia. Mutta *sumumassan kaasupallossa* kaikki aineet, vaikka ovatkin erikseen olemassa, *sulautuvat puhtaaksi materiaksi sinänsä* vaikuttaen vain materiana eikä erityisillä ominaisuuksillaan.

(Muuten jo Hegelillä vastakohta causa efficiens** — causa finalis on kumoutunut vuorovaikutuksen käsitteessä.)

* * *

Alkumateria:

»Materian käsittäminen alunperin olemassaolevaksi ja sinänsä muotoa vailla olevaksi on erittäin vanha ja me tapaamme sen jo kreikkalaisilla ensiksi kaaoksen myyttisessä hahmossa, joka kuvitellaan olemassaolevan maailman muotoa vailla olevaksi perustaksi.» (Hegel, »Enzyklopädie», I, s. 258.)¹⁹⁵

Tämän kaaoksen löydämme jälleen Laplacella ja likipitäen sumumassassa, jolla myös on vasta muodon *alku*. Sen jälkeen tulee eriytyminen.

* * *

Paino, oletetaan tavallisesti *aineellisuuden yleisimmäksi määrittäjäksi*, Toisin sanoen, *vetoyoi-*

* — Viimeinen syy. *Toim.*

** — vaikuttava syy. *Toim.*

ma on materian välttämätön ominaisuus, mutta ei poistovoima. Mutta vetovoima ja poistovoima ovat yhtä erottamattomia kuin positiivinen ja negatiivinen, ja siitä johtuen voidaan jo dialektiikasta itsestään lähtien sanoa, että aidossa materian teoriassa tulee antaa poistovoimalle yhtä tärkeä paikka kuin vetovoimalle, että pelkkään vetovoimaan perustuva materian teoria on väärä, epätydyttävä ja puolinainen. Todellisuudessa esiintyy riittävästi ilmiöitä, jotka jo ennalta osoittavat tämän. Eetteriä vailla ei voida olla jo valon tähden. Onko eetteri aineellista? Jos sitä yleensä *on*, sen täytyy olla aineellista, sen täytyy kuulua materian käsitteeseen. Mutta sillä ei ole painoa. Pырstötähtien pyrстöt myönnetään aineellisiksi. Niissä ilmenee valtava poistovoima. Lämpö kaasussa synnyttää poistovoimaa jne.

. . .

Vetovoima ja gravitaatio. Koko gravitaatiooppi nojaa väitteeseen, että vetovoima on aineen olemus. Se on tietenkin väärin. Siellä, missä on vetovoimaa, sen täytyy olla täydennettävissä poistovoimalla. Siksi jo Hegel on aivan oikeassa sanoessaan, että materian olemus on vetovoima ja poistovoima.¹⁹⁶ Ja todellakin käy yhä välttämättömämmäksi tunnustaa, että materian hajoamisella on raja, jossa vetovoima muuttuu poistovoimaksi ja päinvastoin, poistyonnetyn materian tihenemisellä on raja, jossa se muuttuu vetovoimaksi.*

. . .

Vetovoiman muuttuminen poistovoimaksi ja päinvastoin on Hegelillä mystistä, mutta itse asiassa hän on tässä ennakoanut myöhempiä

* Vrt. muistiinpanoa »Koheesio» (tämän julkaisun s.351). *Toim.*

luonnontieteellisiä keksintöjä. Jo kaasussa on molekyylien poistovoimaa, vielä enemmän hienossa jakautuneessa materiassa, esimerkiksi pyrstötähden pyrstöissä, missä se vaikuttaa jopa suunnattomalla voimalla. Hegel on nerokas siinäkin, että hän johtaa vetovoiman poistovoimasta pitäen tätä ensisijaisena vetovoimaan nähden: aurinkokunta muodostuu vain siten, että vetovoima pääsee vähitellen voitolle aluksi hallinneesta poistovoimasta. — Laajeneminen lämmön johdosta = poistovoima. Kineettinen kaasuteoria.

. . .

Materian jaollisuus. Tieteelle tämä kysymys on käytännöllisesti katsoen yhdentekevä. Tiedämme, että kemiassa jaollisuudella on tietty raja, jonka tuolla puolen kappaleet eivät enää voi vaikuttaa kemiallisesti — atomi, ja että useat atomit ovat aina yhdisteessä — molekyyli. Samoin fysiikassa meidän on pakko olettaa tiettyjä fysikaaliselle tarkastelulle pienimpiä osasia, joiden kerrostuminen määrää kappaleiden muodon ja koheesion ja joiden värähtelyt ilmenevät lämpönä jne. Ovatko fysikaalinen ja kemiallinen molekyyli identtisiä vai erilaisia, siitä emme tällä hetkellä tiedä mitään. — Hegel suoriutuu erittäin helposti tästä jaollisuuskysymyksestä sanomalla, että materia on kumpakin, jaollista ja jatkuvaa eikä samalla ole kumpakaan,¹⁸⁷ mikä ei ole mikään vastaus, mutta nyt melkein toteennäytetty (ks. arkki 5, 3. alhaalla: Clausius).*

. . .

Jaollisuus. Imettäväiset ei-jaollisia, matelijalle kasvaa vielä jalka uudelleen. — Eetteriaal-

* Engels viittaa muistiinpanoon »Kineettinen kaasuteoria», joka on »Luonnon dialektiikan» käsikirjoituksessa 5. kaksoisarkin 3. sivun lopussa (ks. tämän julkaisun ss. 351—352). *Toim.*

lot jaollisia ja mitattavia äärettömän pieneen asti. — Jokainen kappale jaollinen, käytännöllisesti katsoen tiettyjen rajojen sisäpuolella, esim. kemiassa.

. . .

»Sen» (liikkeen) »olemus on olla ajan ja avaruuden välitön ykseys... Liikkeeseen kuuluu avaruus ja aika; nopeus, liikkeen määrä on avaruus suhteessa tiettyyn kuluneeseen aikaan.» (Hegel, »Naturphilosophie», s. 65.) »Avaruus ja aika on täytetty materiaalilla... Kuten ei ole liikettä ilman materiaa, niin ei ole myöskään materiaa ilman liikettä.» (S. 67.)¹⁹⁸

. . .

Liikkeen hävittämättömyys on ilmaistu *Descartesin* väittämässä niin, että *maailman-kaikkeudessa olevan liikkeen määrä säilyy aina samana.*¹⁹⁹ Luonnontutkijat ilmaisevat tämän epätäydellisesti »voiman hävittämättömyytenä». Descartesin pelkästään kvantitatiivinen ilmaisu on samoin riittämätön: liike sellaisenaan, oleellisenä tapahtumisena, materian olomuotona on samoin kuin itse aine hävittämätön, siinä on määrällinen luettu mukaan. Tässäkin siis filosofi on saanut 200 vuoden päästä vahvistuksen luonnontutkijalta.

. . .

Liikkeen hävittämättömyys. Mielenkiintoinen kohta Grovella — s. 20 ja seur.²⁰⁰

. . .

Liike ja tasapaino. Tasapaino on erottamaton liikkeestä.* Taivaankappaleiden liikkeessä on *liike tasapainossa* ja *tasapaino liikkeessä* (suhteellisesti). Mutta kaikki erityisesti suhteellinen liike, ts. tässä kaikki yksityisten kappaleitten yksityinen liike liikkuvalla taivaankappaleella,

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Tasapaino = veto-voiman yliote poistovoimasta.» *Toim.*

on pyrkimystä suhteellisen levon, tasapainon tuottamiseen. Kappaleiden suhteellisen levon mahdollisuus, ajoittaisten tasapainotilojen mahdollisuus on oleellinen edellytys aineen erilaistumiselle ja samalla elämälle. Auringossa ei ole yksityisten aineiden tasapainoa, siellä on vain koko massan tasapaino tai sitten vain hyvin vähäinen, merkittävien tiheyserojen ehdollistama tasapaino; pinnalla ikuinen liike ja levottomuus, dissosiaatio. Kuussa näyttää vallitsevan täydellinen tasapaino, ilman mitään suhteellista liikettä — kuolema (Kuu = negatiivisuus). Maassa liike on erilaistunut liikkeen ja tasapainon vaihteluun: yksittäinen liike pyrkii tasapainoon, liikkeen kokonaisuus kumoaa jälleen yksittäisen tasapainon. Kallio on tullut lepotilaan, mutta rapautuminen, tyrskyaallot, jokien ja gletšerien toiminta kumoavat jatkuvasti tasapainon. Höyrystyminen ja sade, tuuli, lämpö, sähköiset ja magneettiset ilmiöt tarjoavat saman näytelmän. Elävässä organismissa näemme vihdoin kaikkien pienimpien osasten samoin kuin suurempien elimien jatkuvan liikkeen, jonka tuloksena normaalina elinkautena on jatkuva kokonaisorganismien tasapaino ja joka kuitenkin aina jää liikkeeseen, — näemme liikkeen ja tasapainon elävän yhteyden.

Kaikki tasapaino on *suhteellista* ja *ajoit-
taista*.

. . .

1) Taivaankappaleiden liike. Vetovoiman ja poistovoiman likipitäinen tasapaino liikkeessä.

2) Liike yhdellä taivaankappaleella. Massa. Mikäli tämä liike johtuu puhtaasti mekaanisista syistä, se on myös tasapainoa. Massat *lepäävät* perustallaan. Tämä näyttää olevan Kuussa täydellistä. Mekaaninen vetovoima on voitta-

nut mekaanisen poistovoiman. Puhtaan mekaniikan kannalta emme tiedä, mitä poistovoi-
masta on tullut ja puhdas mekaniikka selittää
yhtä vähän, mistä tulevat ne »voimat», joiden
mukana kuitenkin esim. Maassa massat liikku-
vat painoa *vastaan*. Mekaniikka ottaa tämän
tosiasian annettuna. Tässä on siis yksinkertai-
nen ilmoitus loitontavasta ja poistavasta paikan-
muutoksesta massasta massaan, samalla kun ve-
tovoima = poistovoima.

3) Mutta kaiken maanpäällisen liikkeen suun-
naton massa on kuitenkin yhden liikemuodon
muuttumista toiseksi — mekaanisen lämmöksi,
sähköksi, kemialliseksi liikkeeksi ja jokainen toi-
seksi; siis joko* vetovoiman muuttumista pois-
tovoimaksi — mekaanisen liikkeen muuttumista
lämmöksi, sähköksi, kemialliseksi hajoamiseksi
(muutos on alkuperäisen *nostavan* mekaanisen
liikkeen muuttumista lämmöksi, ei *putoavan*
liikkeen, tämä vain näennäistä) [— tai poisto-
voiman muuttumista vetovoimaksi].

4) Kaikki energia, joka nyt toimii Maassa, on
muuttunutta auringonlämpöä.²⁰¹

. . .

Mekaaninen liike: Luonnontutkijoilla on liike
aina ilman muuta mekaanista liikettä, paikan-
muutosta. Tämä on peritty esikemialliselta 18.
vuosisadalta ja häiritsee suuresti tapahtumien
selvää käsittämistä. Liike materiaan soveltuvana
on *muutosta yleensä*. Samasta väärinkäsitykses-
tä johtuu myös vimma kaiken pelkistämiseen
mekaaniseksi liikkeeksi — jo Grove

* Tätä »joko» (»entweder») sanaa ei seuraa yksikään »tai»
(»oder»). Voidaan olettaa, että Engels halusi viitata tämän lau-
seen lopussa päinvastaiseen poistovoiman muuttumiseen vetovoi-
maksiksi, mutta ei toteuttanut tätä tarkoitusta. Tämän lauseen
vastaava täydennys annetaan hakasuluissa. *Toim.*

»on hyvin vahvasti taipuvainen uskomaan, että muut materian ilmentymät todetaan tai tullaan lopulta tunnustamaan liikkeen lajeiksi» (s. 16),²⁰²

joten liikkeen muiden muotojen erityinen luonne käy epäselväksi. Tätä ei pidä ymmärtää niin, etteikö jokaisen korkeamman liikemuodon tarvitsisi aina välttämättä olla sidottu todelliseen mekaaniseen (ulkonaiseen tai molekylaariseen) liikkeeseen, samoin kuin korkeammat liikemuodot samanaikaisesti tuottavat myös toisia ja samoin kuin kemiallinen aktio ei ole mahdollinen ilman lämpötilan ja sähköön muutosta, orgaaninen elämä ilman mekaanista, molekylaarista, kemiallista, termistä, sähköistä jne. muutosta. Mutta näiden sivumuotojen läsnäolo ei ilmaise tyhjentävästi jokakertaisen päämuodon olemusta. Tulemme varmasti kerran kokeellisesti »pelkistämään» ajattelun molekylaarisiin ja kemiallisiin liikkeisiin aivoissa. Mutta onko sillä ilmaistu tyhjentävästi ajattelun olemus?

• • •

*Luonnontieteen dialektiikka.*²⁰³ Kohde on liikkuva aine. Aineen erilaiset muodot ja lajit ovat jälleen ainoastaan liikkeen avulla tiedostettavissa, vain siinä osoittautuvat kappaleen ominaisuudet; kappaleesta, joka ei liiku, ei voida sanoa mitään. Liikkeen muodoista siis ilmenee liikkuvien kappaleiden laatu.

1. Ensimmäinen yksinkertainen liike on mekaaninen, puhtaasti paikkaa muuttava.

a) Yksityisen kappaleen liikettä ei ole olemassa — ainoastaan suhteellisesti [puhuen]* — putoaminen.

b) Erotettujen kappaleiden liike; lentorata,

* Hakasuluissa oleva sana on otettu Engelsin 30. toukokuuta 1873 Marxille lähettämästä kirjeestä. *Toim.*

tähtitiede — näennäinen tasapaino — loppu on aina *kosketus*.

c) Liikkuvien kappaleiden liike suhteessa toisiin — paine. Statiikka. Hydrostatiikka ja kaasusu. Vipu ja muut varsinaisen mekaniikan muodot, jotka kaikki tulevat esiin yksinkertaisimmassa kontaktin muodossa vain asteittain erilaisena kitkana ja työntinä. Mutta kitkalla ja työnnillä, ts. tosiasiaassa kosketuksella, on myös muita eri muotoja, joista luonnontutkijat eivät koskaan puhu: ne tuottavat olosuhteiden mukaan ääniä, lämpöä, valoa, sähköä ja magnetismia.

2. Nämä erilaiset voimat (ääntä lukuunottamatta) — taivaankappaleiden fysiikka —

a) muuttuvat toisikseen ja korvaavat toisensa vastavuoroisesti,

b) kunkin voiman saavuttaessa tietyn määrällisen vahvuuden, erilaisen kullekin kappaleelle, kohdistettuna kappaleisiin — ovatpa nämä siten kemiallisesti yhdistyneitä tai useampia kemiallisesti yksinkertaisia — tapahtuu *kemiallisia* muutoksia, ja silloin olemme tulleet kemiaan. Taivaankappaleiden kemia. Kristallografia on osa kemiaa.

3. Fysiikan täytyi tai se saattoi jättää elävän orgaanisen kappaleen huomiotta, kemia pääsee vasta orgaanisten yhdisteitten tutkimisessa varsinaisesti alulle tärkeimpien aineiden todellisen luonteen ymmärtämisessä ja panee toisaalla kokoon kappaleita, jotka esiintyvät vain orgaanisessa luonnossa. Tässä kemia johtaa orgaaniseen elämään ja on kyllin pitkällä vakuuttaakseen meille, että *se yksinään* selittää meille dialektisen siirtymisen organismiin.

4. Mutta *todellinen* siirtyminen on aurinkokunnan ja Maan *historiassa*; orgaanisen luonnon *reaalinen* edellytys.

5. Orgaaninen luonto.

Tieteiden luokittelu, joista jokainen erittelee yhtä ainoata liikemuotoa tai joukkoa yhteenkuuluvia ja toisikseen muuttuvia liikemuotoja, on siten itsensä näiden liikemuotojen luokittelua, ryhmittelyä niille sisäisesti omiuisen järjestyksen mukaisesti, ja siinä on niiden tärkeys.

Viime vuosisadan lopulla ranskalaisten materialistien jälkeen, joiden materialismi oli etupäässä mekanistista, ilmaantui tarve suorittaa koko luonnontieteen *vanhan* newton-linnueläisen koulukunnan *tietosanakirjamainen yhteenveto*, ja kaksi nerokasta miestä ryhtyi siihen — *St. Simon* (ei vienyt päätökseen) ja *Hegel*. Nyt kun uusi luonnonnäkemyks on peruspiirteissään valmiina, tuntuu sama tarve, ja yrityksiä samaan suuntaan tehdään. Mutta kun yleinen kehitysyhteys luonnossa on nyt näytetty toteen, aineiston ulkonainen ryhmittely riittää yhtä vähän kuin Hegelin keinotekoiset dialektiset ylimenot. Ylimenojen täytyy tapahtua itsestään, olla luonnollisia. Samoin kuin liikemuoto kehittyi toisesta, täytyy myös niitä kuvastavien eri tieteiden välttämättömästi nousta toisistaan.

. . .

Kuinka vähäisessä määrässä Comte voi olla *St. Simonilta* jäljentämänsä luonnontieteiden ensyklopedisen järjestelmän kirjoittaja,²⁰⁴ nähdään jo siitä, että sen tarkoituksena on hänellä vain *opintovälineiden ja oppimäärän sääntely* ja että se siten johtaa hulluun *enseignement intégral**, jossa jokainen tiede on ammennettu tyhjiin ennen kuin toista on edes aloitettu ja jossa pohjaltaan oikea ajatus on matemaattisesti liioitellen viety järjettömyyksiin.

Hegelin (alkuperäinen) jako mekanismiin, ke-

* — integraaliseen opetukseen. *Toim.*

mismiin ja organismiin²⁰⁵ oli ajalleen täydellinen. Mekanismi: massaliike; kemismi: molekulaarinen (sillä myös fysiikka luetaan tähän, ja molemmat — sekä fysiikka että kemia — kuuluvat samaan ryhmittymykseen) ja atomiliike; organismi: kappaleiden liike, joissa molemmat ovat erottamattomia. Sillä organismi on tietenkin *korkeampi ykseys, joka yhdistää mekaniikan, fysiikan ja kemian kokonaisuudeksi*, jossa sanottua kolminaisuutta ei enää voi erottaa. Organismissa on mekaaninen liike suoraan fysikaalisen ja kemiallisen muutoksen aiheuttama ja erityisesti ravitsemuksen, hengityksen, erityksen jne. yhtä hyvin kuin pelkän lihasliikkeenkin.

Jokainen ryhmä kaksinkertaistuu vuorostaan. Mekaniikka: 1) taivaan, 2) maanpäällinen. Molekyyli- ja atomiliike: 1) fysiikka, 2) kemia. Organismi: 1) kasvi, 2) eläin.

. . .

*Fysiografia.** Sen jälkeen kun siirtyminen kemiasta elämään on suoritettu, on lähinnä kehitettävä edellytykset, joissa elämä on siinnyt ja on olemassa, siis ensin geologia, meteorologia ja muu. Sitten itse erilaiset elinmuodot, joita ilman tätä olisi mahdotonta ymmärtää.

. . .

»MEKAANISESTA» LUONNONKÄSITYKSESTÄ²⁰⁶

Sivulle 46^{**}: Erilaiset liikkeen muodot ja niitä käsittelevät tieteet

Sen jälkeen kun edellä mainittu artikkeli ilmestyi (»Vorwärts», 9. helmik. 1877)^{***}, on

* — ts. luonnonkuvaus. *Toim.*

** Ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, ss. 72—73.

Toim.

*** Ts. »Anti-Dühringin» ensimmäisen osan VII luku. *Toim.*

Kekulé («Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie») esittänyt mekaniikasta, kemiasta ja fysiikasta aivan samanlaisen määritelmän:

»Jos tämä käsitys materian olemuksesta otetaan pohjaksi, niin kemia on lupa määritellä *tieteeksi atomelsta* ja fysiikka *tieteeksi molekyyleistä*, ja silloin on lähellä ajatus, että se osa nykyistä fysiikkaa, joka käsittelee *massoja*, irrotetaan erityiseksi opiksi ja varataan sille nimi *mekaniikka*. Mekaniikka esiintyy siten fysiikan ja kemian perustieteenä, koska kummankin täytyy käsitellä molekyylijaan ja vastaavasti atomejaan tietyissä tarkasteluissa ja erityisesti laskutoimituksissa massoina.»²⁰⁷

Tämä käsitys, kuten näemme, eroaa tekstissä ja edellä olevassa huomautuksessa* annetusta vain siten, että se on hiukan epämääräisempi. Mutta kun englantilainen aikakauslehti («Nature») antoi mainitulle Kekulé'n lauseelle sen merkityksen, että mekaniikka olisi massojen statiikkaa ja dynamiikkaa, fysiikka molekyylien statiikkaa ja dynamiikkaa ja kemia atomien statiikkaa ja dynamiikkaa,²⁰⁸ niin minusta näyttää tämä kemiallistenkin tapahtumien ehdoton pelkistäminen puhtaasti mekaanisiksi tutkimuskentän kohtuuttomalta supistamiselta, ainakin kemian kohdalla. Ja se on kuitenkin siinä määrin muodissa, että esimerkiksi Haeckel käyttää sanoja »mekaaninen» ja »monistinen» jatkuvasti samaa merkitsevinä ja hänen mukaan

»nykyinen fysiologia... antaa alueellaan vaikuttaa vain fysikaalis-kemiallisten tai *laajemmassa mielessä*** mekaanisten voimien.» («Perigenesis.»)²⁰⁹

Kun nimitän fysiikkaa molekyylien mekaniikaksi, kemiaa atomien fysiikaksi ja edelleen bio-

* Ts. »Anti-Dühringin» tekstissä ja huomautuksessa »Matiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa» (ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, ss. 72—73 ja tämän julkaisun sivuja 327—335). *Toim.*

** Kursivointi Engelsin. *Toim.*

logiaa valkuaisaineiden kemiaksi, niin haluan tällä ilmaista ylimenon tieteestä toiseen, siis sekä molempien yhteyden, jatkuvuuden että eron, diskreetin. Pidemmälle meneminen, kemiankin mainitseminen eräänä mekaniikan lajina, näyttää minusta kestävämmältä. Mekaniikka laajemmassa ja ahtaammassa mielessä tuntee vain määriä, se ottaa lukuun nopeudet ja massat ja korkeintaan tilavuudet. Siellä missä sen tielle tulee kappaleiden laatu, kuten hydrostatiikassa ja aerostatiikassa, se ei pääse tuloksiin puuttumatta molekylaarituloihin ja molekyyliiliikettiin, se on itse vielä aputiede, fysiikan edellytys. Mutta fysiikassa, ja vielä enemmän kemiassa, ei tapahdu ainoastaan jatkuvia määrällisten muutosten aiheuttamia laadullisia muutoksia, määrän muuttumista laaduksi, vaan on tarkasteltavana myös monia laadullisia muutoksia, joiden riippuvuus määrällisistä muutoksista ei ole suinkaan osoitettu. Että tieteen nykyinen virtaus on kulkemassa tähän suuntaan, se voidaan kernaasti myöntää, mutta se ei todista, että se on ehdottomasti oikea ja että tätä fysiikan virtausta seuraamalla pääsemme kemian ja fysiikan *tyhjentävään esittämiseen*. Kaikkeen liikkeeseen kuuluu mekaaninen liike, aineen suurimpien tai pienimpien osien liike, ja tieteen *ensimmäinen* tehtävä, mutta vain *ensimmäinen*, on tämän tiedostaminen. Mutta tämä mekaaninen liike ei ilmennä tyhjentävästi liikettä yleensä. Liike ei ole vain paikanmuutosta, se on myös ylimekaanisilla alueilla laadunmuutosta. Keksintö, että lämpö on molekyyliiliikettä, oli mullistava. Mutta jos minulla ei ole mitään muuta sanottavaa lämmöstä kuin että se on tietty molekyylien paikanmuutos, silloin on parempi, että vaikeinen. Kemia näyttää olevan oikealla tiellä selittämään kokonaisen joukon alkuaineiden kemialli-

sia ja fysikaalisia ominaisuuksia atomivolyymien suhteesta atomipainoihin. Kukaan kemisti ei kuitenkaan väittäisi, että jonkin alkuaineen kaikki ominaisuudet selittyisivät tyhjentävästi sen paikasta Lothar Meyerin käyrässä,²¹⁰ että esimerkiksi vain sen avulla voitaisiin selittää tuo hiiliaineen ihmeellinen ominaisuus, joka tekee sen orgaanisen elämän oleelliseksi kantajaksi, tai että fosforin välttämättömyys aivoissa olisi koskaan selitettävissä. Mutta »mekaaninen» käsitys ei selitä muuta. Se selittää kaikki muutokset paikanmuutoksesta, kaikki laadulliset muutokset määrällisistä lähtien ja jättää ottamatta huomioon, että laadun ja määrän suhde on vastaavaisuussuhde, että laatu muuttuu yhtä hyvin määräksi kuin määrä laaduksi, että juuri vuorovaikutus tapahtuu. Jos kaikki erot ja muutokset laadussa ovat pelkistettävissä määrällisiin eroihin ja muutoksiin, mekaanisiin paikanmuutoksiin, silloin tulemme välttämättömästi siihen väittämään, että kaikki materia koostuu *identtisistä* pienimmistä osasista ja että kaikki materian kemiallisten alkuaineiden laadulliset erot aiheutuvat määrällisistä eroista, eroista näiden pienimpien osasten lukumäärässä ja paikallisessa ryhmityksessä niiden yhdistyessä atomeiksi. Mutta niin pitkällä emme vielä ole.

Muunlaisen filosofian paitsi kaikkein tavanomaisimman vulgäärifilosofian tuntemattomuus, sellaisena kuin tämä vulgäärifilosofia tänään rehoittaa saksalaisissa yliopistoissa, vain tämä tuntemattomuus sallii nykyisten luonnontutkijoidemme käsitellä tuolla tavoin sellaisia ilmaisuja kuin »mekaaninen» tekemättä itselleen selväksi tai edes aavistamatta, millaisia johtopäätöksiä he siten välttämättä ottavat kannettavakseen. Teorialla materian absoluuttisesta laadullisesta identiteetistä on kannattajansa; se on

empiirisesti yhtä vähän kumottavissa kuin todistettavissakaan. Mutta kun kysytään niiltä, jotka tahtovat kaiken selittää »mekaanisesti», ovatko he tietoisia tästä johtopäätöksestä ja hyväksyvätkö he materian identiteetin, niin kuinka paljon erilaisia vastauksia saadaankaan kuulla!

Koomillisinta on se, että »materialistisen» ja »mekaanisen» rinnastaminen on lähtöisin *Hegeliltä*, joka halusi halventaa materialismia mainesanaalla »mekaaninen». Olihan Hegelin kritiikkoima materialismi — 18. vuosisadan ranskalainen materialismi — tosiaankin yksinomaan *mekaanista* siitä erittäin luonnollisesta syystä, että fysiikka, kemia ja biologia olivat vielä silloin kapaloissaan ja kaukana siitä, että olisivat voineet tarjota yleisen luonnonnäkemysperustan. Samoin Haeckel lainaa Hegeliltä käännoksen *causae efficientes* = »mekaanisesti vaikuttavat syyt» ja *causae finales* = »tarkoituksenmukaisesti vaikuttavat syyt», vaikka Hegelillä tässä »mekaaninen» = sokeasti, tiedostamattomasti vaikuttava eikä mekaaninen Haeckelin mielessä. Lisäksi koko tämä vastakohtaisuus on Hegelille itselleen siinä määrin voitettu kanta, että hän *ei edes mainitse* sitä kummassakaan »Logiikkaan» sisältyvässä esityksessään kausaliteetista, vaan ainoastaan »Filosofian historiassa», jossa se esiintyy historiallisena tosiasiana (kysymyksessä on siis pelkkä pintapuolisuudesta johtuva väärinkäsitys Haeckelillä!), ja aivan satunnaisesti teleologiassa (»Logik», III, II, 3) mainittuna muotona, jossa *vanha metafysiikka* käsittää mekanismin ja teleologian vastakohtaisuuden: muuten sitä käsitellään aikoja sitten voitettuna kantana. Haeckel on siis jäljentänyt väärin ja iloitsee löytäneensä vahvistuksen »mekaaniselle» näkökannalleen. Hän tulee siten siihen mainioon

tulokseen, että kun eläimessä tai kasvissa tapahtuu luonnollisen valinnan kautta tietty muunnos, sen aiheuttaa *causa efficiens*, mutta kun sama muutos tapahtuu *keinollisen* valinnan johdosta, niin tämän saa aikaan *causa finalis*! Eläinten ja kasvien jalostaja = *causa finalis*! Hegelin veroinen dialektikko ei tietenkään voinut jäädä kieppumaan käsitteiden *causa efficiens* ja *causa finalis* ahtaan vastakohtaisuuden puitteissa. Ja nykyistä käsityskantaa varten on tätä vastakohtaa koskevasta hedelmättömästä jaarittelusta tehty loppu sillä, että *tiedämme* kokemuksesta ja teoriasta, että materiaa samoin kuin sen olomuotoa, liikettä, on mahdotonta luoda ja että ne ovat siis itsensä perussyitä; kun taas niihin yksittäisiin syihin, jotka maailmankaikkeuden liikkeen vuorovaikutuksessa hetkellisesti ja paikallisesti eristyvät tai ovat ajattelumme eristämiä, ne eivät lisää uutta määreellisyyttä, vaan ainoastaan sekaannusta aiheuttavan aineksen, jos nimitämme niitä *vaikuttaviksi* syiksi. Syy, joka ei vaikuta, ei ole mikään syy.

NB. Materia sinänsä on puhdas ajatusluomus ja abstraktio. Jätämme olioiden laadulliset erot huomioon ottamatta yhdistämällä ne esineellisesti olemassaolevina materian käsitteeksi. Materia sinänsä, erotettuna tietystä, olemassaolevasta materiasta ei ole mitään aistimellisesti olemassa olevaa. Kun luonnontiede lähtee etsimään yhtenäistä materiaa sinänsä, pelkistämään laadulliset erot yksinomaan identtisten pienimpien osasten yhdistelmän määrällisiksi eroiksi, niin silloin luonnontiede tekee saman kuin jos se vaatisi kirsikoitten, päärynöitten ja omenien sijasta nähtäväksi hedelmän sinänsä,²¹¹ kissojen, koirien, lampaitten jne. sijasta imettäväisen sinänsä, kaasua sinänsä, metallia sinänsä, kiveä sinänsä, kemiallista yhdistettä ja liikettä sinän-

sä. Darwinin teoria vaatii sellaista alkuimettäväästä, Haeckelin Promammalea,²¹² mutta sen täytyy samalla myöntää, että vaikka se *idussaan* sisälsikin kaikki tulevat ja nykyiset imettäväiset, se oli todellisuudessa kaikkia nykyaikaisia imettäväisiä alempana ja alkeellisen karkea ja siitä syystä katoavaisempi kuin kaikki nämä. Kuten jo Hegel («Enzyklopädie», I, s. 199) on osoittanut, tämä katsomus, tämä »yksipuolisesti matemaattinen näkökanta», jonka mukaan materia on vain kvantitatiivisesti määritettävissä, mutta kvalitatiivisesti alunperin samaksi arvioitavaa, ei ole »mitään muuta kuin» 18. vuosisadan ranskalaisten materialistien »näkökanta».²¹³ Se on jopa paluuta Pythagoraaseen, joka jo piti lukua, kvantitatiivista määreellisyyttä, olioiden olemuksena.

* * *

Ensiksi Kekulé.²¹⁴ Sitten: luonnontieteen systematisointi, joka nyt käy yhä tarpeellisemmaksi, ei ole löydettävissä muutoin kuin ilmiöiden omista yhteyksistä. Niinpä pienien massojen mekaaninen liike taivaankappaleella päättyy kahden kappaleen kosketukseen, jolla on kaksi, vain asteittaisesti toisistaan eroavaa muotoa: kitka ja työnti. Tutkimme siis ensiksi kitkan ja työnnin mekaanisia vaikutuksia. Mutta huomaamme, että sitä ei ole näin käsitelty tyhjentävästi: kitka tuottaa lämpöä, valoa ja sähköä, työnti — lämpöä ja valoa, ehkä myös sähköä. Näin ollen massaliike muuttuu molekyyliiikkeeksi. Astumme molekyyliiikkeen alueelle, fysiikkaan, ja tutkimme edelleen. Mutta täälläkin huomaamme, että molekyyliiike ei muodosta tutkimuksen loppua. Sähkö siirtyy kemialliseen muutokseen ja syntyy kemiallisesta muutoksesta. Sama koskee lämpöä ja valoa. Molekyyliiike muuttuu atomiilikkeeksi — kemia.

Kemiallisten prosessien tutkimus saa kohteekseen orgaanisen maailman, siis sellaisen maailman, missä kemialliset prosessit tapahtuvat samojen lakien mukaisesti, mutta toisissa olosuhteissa kuin epäorgaanisessa maailmassa, jonka selittämiseen kemia riittää. Kaikki orgaanisen maailman kemialliset tutkimukset sitä vastoin vievät lopulta kappaleeseen, joka ollen tavallisten kemiallisten prosessien tulos eroaa kaikista muista siinä, että se on itsestään toteutuva, keskeytymätön kemiallinen prosessi, — ne vievät valkuaisaineeseen. Jos kemian onnistuu valmistaa valkuaisainetta siinä määrättyssä muodossa, jossa se on ilmeisesti syntynyt, ns. alkuliman muodossa — siinä määrättyssä eli paremminkin epämääräisessä muodossa, jossa se sisältää potentiaalisesti kaikki muut valkuaisaineen muodot (tällöin ei ole tarpeen olettaa, että olisi vain yhdenlaatuista alkulimaa), niin dialektinen ylimeno on tapahtunut myös reaalisesti, siis täydellisesti. Siihen saakka asia pysyy pelkkänä ajatteluna, alias* hypoteesina. Kun kemia valmistaa valkuaisainetta, kemiallinen prosessi purkautuu omien puitteidensa yli samoin kuin edellä mainittu mekaaninen, ts. se joutuu sisältörikkaammalle alueelle, orgaanisen elämän alueelle. Fysiologia on tietenkin elollisen ruumiin fysiikkaa ja varsinkin sen kemiaa, mutta samalla se myös lakkaa olemasta erityisesti kemiaa: toisaalta sen vaikutuspiiri supistuu, mutta toisaalta se kohoaa siinä korkeammalle asteelle.

* — toisin sanoen. *Toim.*

[MATEMATIIKKA]

. . .

Matematiikan ns. aksioomat ovat niitä harvoja ajattelun peruslauseita, jotka matematiikka tarvitsee lähtökohdakseen. Matematiikka on suureiden tiede; se lähtee suureen käsitteestä. Se määrittelee tämän väljästi ja lisää sitten mukaan näennäisesti aksioomeina muut määritelmään sisältyvät suureen alkeismääreellisyydet, jossa ne sitten esiintyvät todistamattomina ja tietenkin myös *matemaattisesti* mahdottomina todistaa. Suureen erittely paljastaisi kaikki nämä aksioomamääreet suureen välttämättömiksi määreiksi. Spencer on oikeassa sikäli kuin näiden aksioomien meistä näyttävä *itsestäänselvyys on perittyä*. Todistettavissa ne ovat dialektisesti, mikäli ne eivät ole puhtaita tautologioita.

. . .

Matemaattista. Mikään ei näytä seisovan järkyttävämmällä perustalla kuin 4 laskutoimituksen, kaiken matematiikan alkeiden välinen ero. Ja kuitenkin kertolasku osoittautuu jo ennalta lyhennetyksi yhteenlaskuksi, jakolasku tietyllä lukumäärällä yhtäsuuria lukusuureita toimitettavaksi lyhennetyksi vähennyslaskuksi, ja eräässä tapauksessa — jos jakaja on murtoluku — jakolasku toteutetaan käänteismurtoluvulla kertomisella. Algebrassa mennään paljon pidemmälle. Jokainen vähennyslasku ($a - b$) voidaan esittää yhteenlaskuna ($-b + a$) ja jokainen

jakolasku $\frac{a}{b}$ kertolaskuna $a \times \frac{1}{b}$. Laskettaessa potenssiin korotetuilla suureilla mennään vielä paljon pidemmälle. Laskutapojen kaikki kiinteät erot häviävät ja kaikki voidaan esittää päinvastaisessa muodossa. Potenssi juurena ($x^2 = \sqrt{x^4}$), juuri potenssina ($\sqrt{x} = x^{\frac{1}{2}}$). Yksi jaettuna potenssilla tai juurella voidaan esittää nimittäjän potenssina ($\frac{1}{\sqrt{x}} = x^{-\frac{1}{2}}$; $\frac{1}{x^3} = x^{-3}$). Suureen

potenssien kertolasku tai jakolasku muuttuu niiden eksponenttien yhteen- tai vähennyslaskuksi. Jokainen luku voidaan käsittää jokaisen muun luvun potenssiksi ja esittää sellaisena (logaritmit, $y = ax$). Ja tämä vaihteleva toisesta muodosta päinvastaiseen ei ole mitään tyhjämpäväistä leikkittelyä, se on eräs matemaattisen tieteen mahtavimpia apuneuvoja, jota ilman tuskin enää nykyisin voitaisiin suorittaa mitään vaikeampaa laskua. Pyyhittäköön vain pois matematiikasta vaikkapa negatiiviset ja murtopotenssit, niin päästäisiinkö puusta pitkään?

($- \cdot - = +$, $\frac{-}{-} = +$, $\sqrt{-1}$ jne. kehiteltävä tästä ennen.)

Käännekohta matematiikassa oli Descartesin *muuttuva suure*. Sen mukana tuli matematiikkaan *liike* ja samalla *dialektiikka*, ja sen mukana myös *heti välttämättömyyden pakosta differentiaali- ja integraalilaskenta*, joka myös saa heti alkunsa ja jonka Newton ja Leibniz suurin piirtein ovat viimeistelleet, ei keksineet.

• • •

Määrä ja laatu. Luku on tuntemistamme puh-tain määrällinen käsite. Mutta se on täynnä laadullisia eroja. 1) Hegel, lukumäärä ja yksik-

kö, kertominen, jakaminen, potenssiin korottaminen, juuren ottaminen. Näiden välityksellä saadaan jo esiin laadullisia eroja, joita Hegelillä ei esiintynyt: alkuluvut ja tulot, yksinkertaiset juuret ja potenssit. 16 ei ole pelkästään kuudentoista ykkösen summaamista, se on myös 4:n neliö ja 2:n neliön toinen potenssi. Enemmänkin. Alkuluvut antavat niistä toisilla luvuilla kertomalla johdetuille luvuille uusia, kiinteästi määrättyjä laatuja: vain parilliset luvut ovat 2:lla jaollisia, samanlainen määre 4:ään ja 8:aan nähden. 3:n osalta tulee mukaan luvun numeroiden summa, samoin 9:n osalta sekä 6:n, jossa se yhdistyy parilliseen lukuun. 7:n osalta on erikoinen laki. Näihin sitten nojaavat lukutemput, jotka näyttävät perehtymättömästä käsittämättömiltä. Mitä Hegel siis sanoo («Quantität», s. 237) aritmetiikan ajatuksettomuudesta, on väärin. Vrt. kuitenkin: »Massa». ²¹⁵

Kun matematiikka puhuu äärettömän suuresta ja äärettömän pienestä, se tuo ilmi laadullisen eron, joka merkitsee jopa ylitsepääsemättömmä laadullista vastakohtaa: määriä, jotka ovat niin valtavan etäällä erossa toisistaan, että jokainen niiden välinen järkevä suhde, jokainen vertailu lakkaa olemasta ja että ne käyvät määrällisesti yhteismitattomiksi. Tavallinen yhteismitattomuus, esim. ympyrän ja suoraa viivan, on kyllä myös dialektinen laadullinen ero; mutta tässä* on kyseessä *samanlaatuisten* suureiden *määrällinen* erotus, joka korottaa *laadullisen* eron aina yhteismitattomuuteen saakka.

. . .

Luku. Yksityinen luku saa laadun jo lukujärjestelmässä ja kulloinkin sen mukaisesti. 9 ei

* — so. matematiikan äärettömässä. *Toim.*

ole vain 1 yhdeksän kertaa yhteenlaskettuna, vaan myös kanta 90:lle, 99:lle, 900 000:lle jne. Kaikki laskulait riippuvat käytetystä järjestelmästä, ja se määrää ne. Kaksijärjestelmässä ja kolmijärjestelmässä ei 2×2 ole $= 4$, vaan $= 100$ tai $= 11$. Jokaisessa järjestelmässä, jonka kantaluku on pariton, parillisten ja parittomien lukujen ero lakkaa olemasta, esim. viisijärjestelmässä on $5 = 10$ ja $10 = 20$, $15 = 30$. Samassa järjestelmässä niin ikään 3:n tai vastaavasti 9:n tulojen numeroiden summat $3n$ ($6 = 11$, $9 = 14$). Lukujärjestelmän kantaluku ei siis määrää pelkästään itsensä laatua, vaan myös kaikkien muiden lukujen.

Potenssisuhde huomioon otettuna on asia vieläkin pidemmällä: jokainen luku on käsitettävä jokaisen muun luvun potenssiksi — on olemassa niin monta logaritmijärjestelmää kuin on kokonais- ja murtolukuja.

. . .

Yksi. Mikään ei näytä yksinkertaisemmalta kuin määrällinen yksikkö eikä mikään ole moninaisempi kuin tämä, kunhan tutkimme sitä yhteydessä vastaavaan moneuteen ja niitä erilaisia tapoja, joilla se syntyy tästä. Ensimmäkin yksi on positiivisten ja negatiivisten kokonaislukujen järjestelmän kantaluku, sitä kerta toisensa jälkeen itseensä lisäämällä syntyvät kaikki muut luvut. — Yksi on yhden kaikkien positiivisten, negatiivisten ja murtopotenssien ilmaisu: 1^2 , $\sqrt{1}$, 1^{-2} ovat kaikki yhtä kuin yksi. — Se on kaikkien niiden murtolukujen arvo, joiden osoittaja ja nimittäjä tulevat yhtä suuriksi. — Se on jokaisen potenssiin nolla korotetun luvun ilmaisu, ja täten ainoa luku, jonka logaritmi on kaikissa järjestelmissä sama, nimittäin $= 0$. Yksi on

täten raja, joka jakaa kaikki mahdolliset logaritmijärjestelmät kahteen osaan: jos kantaluku on yhtä suurempi, kaikkien yhtä suurempien lukujen logaritmit ovat positiivisia ja yhtä pienempien negatiivisia; jos se on yhtä pienempi, tapahtuu päinvastoin.

Kun siis jokainen luku sisältää yksikön koostuessaan pelkistä yhteenlasketuista ykkösistä, niin yksi sisältää samoin kaikki muut luvut. Eikä vain mahdollisuutena, voidessamme konstruoida jokaisen luvun pelkistä ykkösistä, vaan todellisuutena, kun yksi on jokaisen muun luvun määrätty potenssi. Mutta samat matemaatikot, jotka aina, missä se heille sopii, ottavat laskuunsa ilmeenkään värähtämättä $x^0 = 1$ taikka murtoluvun, jonka osoittaja ja nimittäjä ovat yhtä suuret ja joka siis edustaa samoin yhtä, — matemaatikot, jotka siis soveltavat matemaattisesti yksikköön sisältyvää moneutta, murtavat suuta ja vääntävät päätä kun heille sanotaan yleisessä muodossa, että ykseys ja moneus ovat erottamattomia, toisiinsa sisältyviä käsitteitä ja että moneus ei sisälly heikommin ykseyteen kuin ykseys moneuteen. Miten lujasti tämä kuitenkin pitää paikkansa, näemme heti, kun siirrymme pois pelkkien lukujen alueelta. Jo viivoja, aloja ja tilavuuksia mitattaessa ilmenee, että voimme ottaa yksiköksi minkä tahansa vastaavanlaisen suureen, ja samoin mitattaessa aikaa, painoa, liikettä jne. Solujen mittaamiseen ovat vielä millimetri ja milligramma liian suuria, tähtien etäisyyksien ja valon nopeuden mittaamiseen käy kilometri jo epämukavan pieneksi, kuten kilogrammakin kiertotähtien, saati sitten aurinkojen massojen mittaamiseen. Tästä näkyy päivänselvästi, millainen moninaisuus ja moneus sisältyy ensi silmäyksellä niin yksinkertaiseen yksikön käsitteeseen.

Nolla ei ole sen vuoksi sisällötön, että se on jokaisen määrätyn erän, kvantumien, kielto, negaatio. Päinvastoin nollalla on hyvin määrätty sisältö. Kaikkien positiivisten ja negatiivisten suureiden välisenä rajana, ainoana todella neutraalina lukuna, joka ei voi olla $+$ eikä $-$, se ei ole ainoastaan hyvin määrätty luku, vaan myös sinänsä tärkeämpi kuin muut sen rajoittamista luvuista. Nolla on itse asiassa sisällökkäämpi kuin mikä tahansa muu luku. Asetettuna minkä tahansa luvun oikealle puolelle se antaa tälle meidän lukujärjestelmässämme kymmenkertaisen arvon. Nollan sijasta tähän voitaisiin käyttää mitä tahansa muuta merkkiä, mutta kuitenkin vain sillä edellytyksellä, että tämä merkki yksinään otettuna merkitsee nollaa, on $= 0$. Kuuluu siis itse nollan luontoon, että se saa tällaisen käytön ja että vain sitä yksin *voi* käyttää siten. Nolla hävittää minkä hyvänsä muun luvun, jolla se kerrotaan; minkä tahansa muun luvun jakajana tai jaettavana se tekee tämän luvun ensiksi mainitussa tapauksessa äärettömän suureksi, viimeksi mainitussa äärettömän pieneksi; nolla on ainoa luku, jonka suhde jokaiseen toiseen on ääretön. Murtoluku $\frac{0}{0}$ voi esittää mitä tahansa lukua $-\infty:n$ ja $+\infty:n$ väliltä ja edustaa joka tapauksessa todellista suurta. — Jonkin yhtälön todellinen sisältö ilmenee vasta sitten selvänä, kun kaikki sen jäsenet viedään yhdelle puolelle ja yhtälö asetetaan täten nollan arvoiseksi, kuten jo tapahtuu toisen asteen yhtälöiden suhteen ja on miltei yleisenä sääntönä korkeammassa algebrassa. Funktio $F(x,y) = 0$ voidaan sitten kuitenkin asettaa yhtä kuin z , ja tämä z voidaan, vaikka se $= 0$, differentioida tavallisena riippuvana muuttujana ja määrätä sen osittaisderivaatta.

Mutta kunkin kvantummin, erän ei-mitään on vielä itse kvantitatiivisesti, suuruudeltaan määrätty ja vain siksi on mahdollista laskea nollalla. Samat matemaatikot, jotka edellä mainittuun tapaan laskevat estoitta nollalla, so. ope-roivat sillä kuin tietyllä määrällisellä mielteellä, asettavat sen määrällisiin suhteisiin toisten määrällisten mielteiden kanssa, väentelevät käsiään epätoivoissaan, kun he lukevat tämän Hegeliltä seuraavasti yleistettynä: erään jonkin ei-mitään *on määrätty* ei-mitään.*

Mutta siirrymme nyt (analyyttiseen) geometriaan. Siinä nolla on määrätty piste, josta lähtien nimenomaan mitataan viivaa pitkin toiseen suuntaan positiivisesti, toiseen negatiivisesti. Tässä nollapisteellä ei siis ole vain yhtä suurta merkitystä kuin kullakin positiivisella tai negatiivisella suurella merkityllä pisteellä, vaan paljon suurempi kuin niillä kaikilla. Se on piste, johon ne kaikki ovat riippuvaisuussuhteessa, jonka avulla ne kaikki määrätään. Vieläpä se voidaan monessa tapauksessa valita täysin mielivaltaisesti. Mutta kun se on kerran valittu, se jää koko operaation keskipisteeksi, jopa määrää usein sen viivan suunnan, jolle muut pisteet — abskissojen päätepisteet — on asetettava. Jos me esimerkiksi päästäksemme ympyrän yhtälöön valitsemme kehän mielivaltaisen pisteen nollapisteeksi, niin abskissaviivan täytyy kulkea ympyrän keskipisteen kautta. Kaikkea tätä sovelletaan yhtäläisesti mekaniikkaankin, jossa niin ikään liikettä laskettaessa valittu nollapiste muodostaa koko operaation päätepisteen tai akselin. Lämpömittarin nollapiste on tarkkaan määrättyinä alarajana lämpötilavälille, joka on jaettu mielivaltaiseen määrään asteita ja on siten mit-

* Ks. tämän julkaisun s. 272. *Toim.*

tana sekä välin sisäpuolelle jääville lämpötila-
 porrastuksille että korkeammille tai alhaisem-
 mille lämpötiloille. Se on siis tässäkin varsin
 oleellinen piste. Eikä itse lämpömittariin abso-
 luuttinen nollapistekään edusta mitään puhdasta
 abstraktista negaatiota, vaan täysin määrättyä
 materian tilaa — rajaa, jolla molekyylien itsenäi-
 sen liikkeen viimeisetkin merkit häviävät ja
 materia esiintyy enää vain massana.

Missä tahansa siis tapaammekin nollan, siel-
 lä se edustaa jotakin aivan määrättyä, ja sen
 käytännöllinen soveltaminen geometriassa, me-
 kaniikassa jne. osoittaa, että se on — rajana —
 tärkeämpi kuin kaikki todelliset sen rajoittamat
 suureet.

. . .

Nollan potenssit: tärkeys logaritmi-jonossa:

$10^0 \quad 10^1 \quad 10^2 \quad 10^3 \quad \log$

Kaikki muuttujat kulkevat
 jossakin ykkösen merkityksen kautta; myöskin
 vakio muuttuvassa potenssissa, $a^x = 1$, jos $x = 0$.
 Lauseke $a^0 = 1$ ei merkitse mitään muuta kuin
 ykköstä käsitettynä yhteydessä $a:n$ potenssisar-
 jan muiden jäsenten kanssa, vain siinä sillä on
 merkitys ja se voi johtaa tuloksiin $(\sum x^0 = \frac{x}{\omega})^{216}$,
 mutta muuten ei. Tästä seuraa, että yksikkökin,
 niin identtinen kuin se itsensä kanssa näyttää
 olevankin, sulkee piiriinsä loputtoman moninai-
 suuden, kun se voi olla jokaisen muun mah-
 dollisen luvun $0:s$ potenssi, ja se, että tämä mo-
 ninaisuus ei ole mitään pelkkää kuviteltua, tulee
 todistetuksi joka kerran, kun yksi käsitetään
 määrättyksi yhdeksi, prosessin muuttuvien tulok-
 sien joukossa olevaksi yhdeksi (jonkin muuttu-
 jan hetkelliseksi suuruudeksi tai muodoksi), jo-
 ka liittyy tähän prosessiin.

$\sqrt{-1}$. — Algebran negatiiviset suureet ovat todellisia vain, mikäli niitä voidaan verrata positiivisiin, vain näihin otetun suhteensa puitteissa, sinänsä otettuina ne ovat puhtaasti kuviteltuja. Trigonometriassa ja analyttisessä geometriassa sekä niille rakentuvilla korkeamman matematiikan aloilla ne ilmaisevat määrättyä liikesuuntaa, joka on positiiviselle vastakkainen; mutta yksikköympyrässä voi sinin ja tangentin alkaa laskea oikeanpuoleisesta ylemmästä neljänneksestä yhtä hyvin kuin oikeanpuoleisesta alemmastakin neljänneksestä alkaen ja siis kääntää plussan ja miinuksen suorastaan päinvastaisiksi. Samalla tavoin analyttisessä geometriassa abskissat voidaan laskea ympyrässä kehästä tai keskipisteestä lukien, oikeastaan jokaisen käyrän abskissan osalta käyrästä lukien tavallisesti miinukseksi merkittyyn suuntaan [tai] mihin tahansa suuntaan, ja kuitenkin ne antavat oikean järkevän käyrän yhtälön. Tässä plus on miinuksen komplementtina, täydennyksenä ja päinvastoin. Algebrassa abstraktio käsittelee negatiivisia suureita kuitenkin todellisina ja itsenäisinä myös *suurempaan*, positiiviseen suureeseen otetun suhteen puitteiden ulkopuolella.

* * *

Matematiikka. Tavallisesta ihmisymmärryksestä näyttää hulluudelta kehittää määrätty suure, esim. binomi, päättymättömäksi sarjaksi, siis joksikin epämääräiseksi. Mutta missä olisimme ilman päättymättömiä sarjoja ja binomitoeoremaa?

* * *

Asymptootit. Geometria alkaa havainnosta, että suora ja käyrä ovat absoluuttisia vastakohtia, että on täysin mahdotonta lausua suoraa käyränä tai käyrää suorana, että ne ovat täysin

yhteismitattomia. Eikä kuitenkaan enää ympyränkään laskeminen käy päinsä muutoin kuin lausumalla sen kehä suorina viivoina. Sellaisten käyrien osalta, joilla on asymptootti, hukkuu kuitenkin suora käyrään ja käyrä suoraan täydellisesti; samalla tavoin kuin yhdensuuntaisuuden mielikuva: viivat eivät ole yhdensuuntaisia, ne lähenevät alituisen toisiaan eivätkä kuitenkaan koskaan kohtaakaan; käyrän haara oikenee yhä enemmän, oikenematta koskaan kokonaan, kuten analyyttisessä geometriassa pidetään suoraa viivaa ensimmäisen asteen käyränä, jolla on äärettömän pieni kaarevuus. Logaritmikäyrän $-x$ saa tulla miten suureksi tahansa, y ei voi koskaan tulla $= 0$.

* * *

Suora ja käyrä. Differentiaalilaskennassa ne on asetettu viime kädessä samoiksi. Differentiaalikalmissa, jonka hypotenuusan muodostaa kaaren differentiaali (tangenttimenetelmässä), tämä hypotenuusa voidaan katsoa

»pieneksi suoraksi viivaksi, joka on samanaikaisesti kaarialkio ja tangentin alkio», katsottakoonpa käyrä nyt kokoonpannuksi äärettömän monesta suorasta viivasta taikka sitten »katsottakoonpa se jäykäksi käyräksi; koska kaarevuus on joka pisteessä M äärettömän pieni, niin käyräalkion suhde tangenttialkioon on ilmeisesti yhtäsuuruuden suhde».*

Tässä siis suhde lähenee alituisen yhtäsuuruutta, mutta käyrän luonteen mukaisesti *asymptoottisesti*, sillä rajoittuuhan kosketus yhteen pisteeseen, jolla ei ole pituutta. Oletetaan kuitenkin lopuksi päästävän suoran ja käyrän yhtäsuuruuteen (Bossut, »Calcul différentiel et intégral», Paris, An VI, I, s. 149).²¹⁷ Napakäyriä²¹⁸ tarkasteltaessa oletetaan kuviteltu abskissan differentiaali vielä yhdensuuntaiseksi todellisen

* Kursivointi Engelstin. Toim.

kanssa ja operoidaan sen mukaisesti, vaikka molemmat kulkevat navan kautta; siitä päätellään yhdenmuotoisiksi kaksi kolmiota, joista toisen kulma on juuri niiden kummankin viivan leikkauspisteessä, joiden yhdensuuntaisuus on perusteena koko yhdenmuotoisuudelle! (Kuvio 17.)²¹⁹

Suoran ja käyrän matematiikan tultua jotta-kuinkin loppuun käsitellyksi avautuu uusia miltei loputtomia uria sellaisen matematiikan välityksellä, joka käsittää käyrän suoraksi (differentiaalikulmio) ja suoran käyräksi (ensimmäisen asteen käyrä, jonka kaarevuus on äärettömän pieni). Voi metafysiikkaa!

* * *

Trigonometria. Synteettisen geometrian saatua loppuun käsitellyiksi kolmion ominaisuudet, kolmion sinänsä, ja kun ei enää ollut mitään uutta sanottavaa, avautuu laajentunut näköala erään sangen yksinkertaisen, täysin dialektisen menetelmän avulla. Kolmiota ei enää tarkastella sinänsä ja itseään varten, vaan yhteydessä toiseen kuvioon, ympyrään. Jokainen suorakulmainen kolmio voidaan katsoa ympyrän lisäkkeeksi: jos hypotenuusa = r , niin kateetit ovat \sin ja \cos , jos toinen kateetti on $= r$, niin toinen on $= \operatorname{tg}$ ja hypotenuusa = \sec . Täten saavat sivut ja kulmat aivan toisia, määrättyjä keskinäissuhteita, joita ei olisi voinut keksiä ja käyttää ilman tätä kolmion vertaamista ympyrään, ja siten kehittyä aivan uusi, vanhaa paljon etäämmälle ulottuva kolmioteoriat, joka on kaikkialla sovellettavissa, koska jokaisen kolmion voi hajottaa kahteen suorakulmaiseen. Tämä trigonometrian kehittyminen synteettisestä geometriasta on hyvä esimerkki dialektiikasta, jossa oliot käsitetään niiden keskinäisessä yhteydessä eristyneisyyden sijasta.

Identtisyys ja eroavuus — dialektinen suhde jo differentiaalilaskennassa, jossa dx on äärettömän pieni, mutta kuitenkin tehokas ja tekee kaiken.

. . .

Molekyyli ja differentiaali. Wiedemann (III, s. 636)²²⁰ asettaa suoranaisesti vastakkaisiksi äärellisen etäisyyden ja *molekylaarisen*.

. . .

MATEMATIIKAN ÄÄRETTÖMÄN ESIKUVISTA TODELLISESSA MAAILMASSA²²¹

Sivujen 17—18* osalta:
Ajattelun ja olemisen yhteensopivuus.
— Matematiikan ääretön

Tosiasia, että subjektiivinen ajattelumme ja objektiivinen maailma tottelevat samoja lakeja ja että siksi ei kumpikaan voi loppujen lopuksi olla keskenään ristiriidassa, vaan niiden täytyy sopia yhteen, hallitsee ehdottomana koko teoreettista ajatteluamme. Se on sen tiedoton ja ehdoton edellytys. 18. vuosisadan materialismi on tutkinut olennaisesti metafyyssisen luonteensa vuoksi tätä edellytystä ainoastaan sen sisällön kannalta. Se rajoittui osoittamaan, että kaiken ajattelun ja tietämisen sisältö on peräisin aistien kokemuksesta, ja palautti voimaan lauseen: nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu.²²² Vasta nykyaikainen idealistinen, mutta samalla dialektinen filosofia ja nimenomaan Hegel tutki sitä myös *muodon* kannalta. Huolimatta lukuisista mielivaltaisista rakennelmista ja mielikuvituksen tuotteista, joita me tässä kohtaamme, huolimatta sen tulosten idealistisesti nurinkurisesta muodosta, ajattelun ja olemisen ykseyden

* Ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, ss. 41—43. Toim.

muodosta, on kiistatonta, että tämä filosofia on osoittanut ajatusprosessien sekä luonnou ja historian prosessien välisen analogian — ja päinvastoin — sekä yhtäläisten lakien pätevyyden kaikkiin näihin prosesseihin useissa tapauksissa ja mitä erilaisimmilla aloilla. Toisaalta nykyaikainen luonnontiede on laajentanut kaiken ajatussisällön kokemusperäistä alkuperää koskevaa teesiä tavalla, joka on saanut sen vanhan metafysisen rajoituksen ja muotoilun kumoon. Kun nykyaikainen luonnontiede tunnustaa hankittujen ominaisuuksien periytymisen, se laajentaa kokemuksen subjektin yksilöstä lajiin: ei ole enää välttämätöntä erillinen yksilö, jonka on täytynyt kokea, hänen erilliskokemuksensa voidaan tietyissä asteissa korvata hänen peräkkäisten esi-isiensä kokemusten tuloksilla. Kun meillä esimerkiksi matematiikan aksioomat näyttävät olevan itsestään selviä jokaiselle kahdeksanvuotiaalle lapselle tarvitsematta mitään kokemustodistetta, niin tämä on vain »kasautuneen periytymisen» tulosta. Bušmannille tai australialaiselle neekerille olisi vaikeata opettaa ne todistamalla.

Edellä olevassa kirjoituksessa* on dialektiikka käsitetty *kaiken* liikkeen yleisimpiä lakeja koskevaksi tieteeksi. Tähän sisältyy, että sen laeilla täytyy olla pätevyys liikkeen suhteen sekä luonnossa ja ihmiskunnan historiassa että ajattelun liikunnan suhteen. Tuollaisen lain voi tiedostaa kahdella näistä aloista, jopa kaikilla kolmella ilman että rutiinimetafysikolle selviää, että kyseessä on sama kuin hänen tiedostamansa laki.

Ottakaamme esimerkki. Kaikista teorian edistysaskeleista ei kai ole yksikään niin suuri ihmis-

* Ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, ss. 147—148. Toim.

hengen voitto kuin infinitesimaalilaskennan keksiminen 17. vuosisadan toisella puoliskolla. Jos missään niin tässä meillä on ihmishengen puhdas ja poikkeuksellinen teko. Salamyhkäisyys, joka yhä nykyisin ympäröi infinitesimaalilaskennassa käytettyjä suureita — differentiaalia ja eriasteisia äärettömiä — on paras todiste siitä, että yhäti kuvitellaan tässä oltavan tekemisissä ihmishengen puhtaiden »vapaiden luomusten ja kuvitelmiin»* kanssa, joille objektiivinen maailma ei pysty tarjoamaan vastinetta. Ja kuitenkin asia on päinvastoin. Kaikille näille kuvitelluille suureille luonto tarjoaa esikuvan.

Meidän geometriamme pitää lähtökohtanaan avaruuden suhteita, aritmetiikkamme ja algebramme lukusuureita, jotka vastaavat meidän maanpäällisiä suhteitamme, jotka siis vastaavat kappalesuureita, joita mekaniikassa kutsutaan massoiksi — massoiksi, sellaisina kuin ne esiintyvät Maassa ja ihmiset niitä liikuttelevat. Näihin massoihin verrattuna näyttää Maan massa äärettömän suurelta ja maanpäällinen mekaniikka käsittelee sitä äärettömän suurena. Maan säde = ∞ on kaiken mekaniikan peruslause putouslaissa. Mutta ei vain Maa, vaan koko aurinkokunta ja siinä esiintyvät etäisyydet näyttävät jälleen puolestaan äärettömän pieniltä niin pian kuin askartelemme kaukoputkella näkemämme tähtijärjestelmän valovuosissa arvioitavien etäisyyksien parissa. Meillä ei ole tässä siis vain ensimmäisen, vaan myös toisen asteen ääretön, ja voimme jättää lukijamme mielikuvituksen tehtäväksi suunnitella äärettömässä avaruudessa lisää korkeammanasteisia äärettömiä, jos hänellä on siihen halua.

* Ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1954, s. 44. Toim.

Maan massat, kappaleet, joilla mekaniikka operoi, koostuvat kuitenkin fysiikassa ja kemiasa nykyisin vallitsevan käsityksen mukaan molekyyleistä, pienimmistä osasista, joita ei voi jakaa edelleen kumoamatta asianomaisen kappaleen fysikaalista ja kemiallista identiteettiä, tunnusmerkistöä. W. Thomsonin laskelmien mukaan näistä pienimmän molekyylin halkaisija ei voi olla pienempi kuin viideskymmenesmiljoonas osa millimetriä.²²³ Mutta olettaakamme, että suurin molekyyli pääsisi halkaisijaltaan kahdeskymmenesviidesmiljoonas osaan millimetriä, silloinkin se jää vielä häviävän pieneksi suureeksi verrattuna pienimpään massaan, jolla mekaniikka, fysiikka ja jopa kemiakin operoivat. Siitä huolimatta se on varustettu kaikin kyseiselle massalle ominaisin ominaisuuksin, se voi edustaa massaa fysikaalisesti ja kemiallisesti ja edustaa sitä todellakin kaikissa kemiallisissa yhtälöissä. Lyhyesti, molekyylillä on täsmälleen samat ominaisuudet verrattuna vastaavaan massaan kuin on matematiikan differentiaalilla verrattuna muuttujaansa. Vain se, mikä meistä näyttää differentiaalisissa, matemaattisissa abstraktiossa, salaperäiseltä ja selittämättömältä käy tässä itsestään selväksi ja niin sanoaksemme silminnähtäväksi.

Näillä differentiaaleillaan, molekyyleilla, luonto operoi nyt aivan samaan tapaan ja täysin samojen lakien mukaan kuin matematiikka abstraktisilla differentiaaleillaan. Niinpä esim. $x^3:n$ differentiaali $= 3x^2dx$, jolloin $3xdx^2$ ja dx^3 jätetään huomioon ottamatta. Jos me konstruimme tämän geometrisesti, niin meillä on kuutio, jonka sivun pituus on x , ja tätä sivun pituutta lisätään äärettömän pienen suureen dx verran. Olettaakamme, että tämä kuutio on jotakin härmistymään taipuvaista alkuainetta, sa-

nokaamme rikkiä; olettakaamme, että yhtä sen kärkeä ympäröivät kolme sivutahkoa ovat suojattuja, toiset kolme taas vapaana. Jos nyt kohdistamme tähän rikkikuutioon rikkikaasun yhden ilmakehän paineen ja alennamme sen lämpötilaa riittävästi, niin rikkikaasua laskeutuu kuution kolmelle vapaalle tahkolle. Pysymme täysin fysiikassa ja kemiassa sovellettujen menettelytapojen rajoissa, vaikka oletammekin, esittäksemme tapahtuman puhtaassa muodossa, että kullekin kolmelle tahkolle laskeutuu lähinnä molekyylin paksuinen kerros. Kuution sivun pituus x on kasvanut molekyylin halkaisijan $dx:n$ verran. Kuution tilavuus x^3 on kasvanut $x^3:n$ ja $x^3 + 3x^2dx + 3xdx^2 + dx^3:n$ erotuksen verran, jolloin voimme jättää huomioon ottamatta samalla oikeudella kuin matematiikassakin $dx^3:n$, so. yhden molekyylin, ja $3xdx^2:n$, so. kolme $x + dx:n$ pituista riviä yksin kerroin viereen suoraviivaisesti ladottuja molekyyliä. Tulos on sama: kuution massan kasvu on $3x^2dx$.

Tarkkaan ottaen rikkikuutiossa ei esiinny dx^3 eikä $3xdx^2$, koska kaksi tai kolme molekyyliä ei voi sijoittua samaan tilaan, ja sen massan lisäys on tämän vuoksi tarkkaan $3x^2dx + 3xdx + dx$. Tämä selittyy siitä, että matematiikassa dx on viivasuure, jollaisia viivoja ilman paksuutta ja leveyttä ei tunnetusti esiinny luonnossa itsenäisesti, ja matemaattisilla abstraktioilla on siis ehdoton pätevyytensä vain puhtaassa matematiikassa. Mutta kun tämäkin jättää huomioon ottamatta $3xdx^2 + dx^3:n$, niin ei sillä ole väliä.

Sama haihtuessa. Kun lasissa vettä ylin molekyylikerros haihtuu, niin vesikerroksen korkeus x on vähentynyt $dx:n$ verran, ja molekyylikerroksen jatkuva haihtuminen toinen toisensa jälkeen on tosiasiaassa jatkuvaa differentioimista. Ja kun kuuma höyry tiivistetään uudelleen pai-

neen ja jäädytyksen avulla astiassa vedeksi ja molekyylikerros toisensa jälkeen kerrostuu (jolloin meidän täytyy jättää huomioon ottamatta sivuilmiöt, jotka tekevät tapahtuman epäpuhtaaksi), kunnes astia on täysi, niin tässä on kirjaimellisesti tapahtunut integrointi, joka eroaa matemaattisesta vain siten, että toisen on suorittanut tietoisesti ihmispää ja toisen tiedottomasti luonto.

Mutta prosesseja, jotka ovat täysin analogisia infinitesimaalilaskennan ilmiöille, ei tapahdu ainoastaan siirryttäessä nestemäisestä kaasumaiseen tilaan ja päinvastoin. Kun massaliike — työnnin välityksellä — sellaisenaan on tullut kumotuksi ja muutetuksi lämmöksi tai molekyylien liikkeeksi, mitä silloin on muuta tapahtunut kuin että massaliike on tullut differentioituksi? Ja kun höyryn molekyylihiikkeet höyrykoneen sylinterissä summautuvat siten, että ne kohottavat mäntää tietyn määrän, että ne vaihtuvat massaliikkeeksi, niin eikö niitä ole silloin integroitu? Kemia hajottaa molekyyliä atomeiksi, suureiksi, joilla on vähäisempi massa ja tila avaruudessa, mutta kuitenkin samankaltaisiksi suureiksi, niin että molemmat ovat keskenään määräytyissä äärellisissä suhteissa. Kaikki kemialliset yhtälöt, joilla ilmaistaan kappaleiden molekyylikoostumus, ovat siis muodoltaan differentiaaliyhtälöitä. Mutta todellisuudessa ne on jo integroitu niihin kätkeytyvien atomipainojen vuoksi. Kemia laskee nimenomaan sellaisilla differentiaaleilla, joiden keskinäinen suuruussuhde on tunnettu.

Mutta nyt ei atomeja pidetäkään yksinkertaisina taikka ylipäänsä pienimpinä tunnettuina aineosasina. Huomioon ottamatta itse kemiaa, joka kallistuu yhä enemmän sille kannalle, että atomit ovat yhdistettyjä kappaleita, suurin osa

fyysikkoja väittää, että maailmaneetteri, joka välittää valon- ja lämpösäteilyn, koostuu niin ikään diskreeteistä osasista, jotka kuitenkin ovat niin pieniä, että ne suhtautuvat kemian atomeihin ja fysiikan molekyyliin samoin kuin nämä mekaanisiin massoihin, siis kuten $d^2x dx:ään$. Tässä meillä on siis nykyisin yleisessä käsityksessä materian rakenteesta niin ikään toisen asteen differentiaali, eikä ole lainkaan mitään syytä kieltää ketään, jota sellainen miellyttää, kuvittelemasta, että vielä $d^3x:n$, $d^4x:n$ jne. analogiatkin esiintyisivät luonnossa.

Oltakoonpa siis mitä mieltä tahansa materian rakenteesta, niin on kuitenkin varmaa, että se jäsentyy suhteelliselta massamäärältään selvästi rajattujen suurten ryhmien sarjaksi siten, että kunkin erillisen ryhmän jäsenten massat suhteutuvat toisiinsa määrättyinä ja äärellisinä, kun taas seuraavan ryhmän jäsenten massoihin verrattuna suhde on äärettömän suuri tai pieni matematiikan mielessä. Meille näkyvä tähtijärjestelmä, aurinkokunta, maanpäälliset massat, molekyylit ja atomit ja vihdoin eetterihiukkaset muodostavat kukin tuollaisen ryhmän. Asia ei muutu vähääkään siitä, että löydämme välijäseniä erillisten ryhmien väliltä, kuten aurinkokunnan massojen ja maanpäällisten massojen väliltä asteroideja, joista joillakin ei ole suurempaa halkaisijaa kuin jollakin nuorempaa sukua haaraa edustavalla Reussin ruhtinaskunnalla,²²⁴ meteoreja jne. ja kuten Maan massojen ja molekyylien väliltä eliömaailmassa solun. Nämä välijäsenet todistavat vain, ettei luonnossa ole harppausta *nimenomaan siksi* että luonto koostuu pelkästään harppauksista.

Sikäli kuin matematiikka operoi todellisilla suureilla, se soveltaa myös tätä katsomustapaa ilman muuta. Maan mekaniikalle on jo Maan

massa äärettömän suuri; tähtitieteessä Maan massat ja niitä vastaavat meteorit ovat äärettömän pieniä, aivan samoin sille käyvät häviävän pieniksi aurinkokunnan kiertotähtien etäisyydet ja massat heti, kun se lähimmän kiintotähden tuolta puolen tutkii tähtijärjestelmämme rakennetta. Mutta heti kun matemaatikko vetäytyy saavuttamattomaan abstraktion linnoitukseensa, ns. puhtaaseen matematiikkaan, unohdetaan kaikki nuo analogiat, äärettömästä muodostuu jotakin täysin salamyhkäistä, ja se tapa, jolla analyysissä operoidaan, näyttää joltakin täysin käsittämättömältä, kaiken kokemuksen ja kaiken ymmärryksen kanssa ristiriitaiselta. Hulluudet ja mielettömyydet, joilla matemaatikot ovat pikemminkin puolustaneet kuin selittäneet tätä menettelytapaansa, joka ihme kyllä johtaa aina oikeisiin tuloksiin, ylittävät esim. Hegelin luonnonfilosofian pahimmat näennäiset ja todelliset mielikuvitusluomukset, joiden esiintyessä matemaatikot ja luonnontutkijat eivät kykene ilmaisemaan riittävästi kauhistustaan. Sitä mistä he soimaavat Hegeliä, nimittäin että tämä muka vie abstraktiot huippuunsa, he itse tekevät paljon suuremmassa mitassa. He unohtavat koko ns. puhtaan matematiikan askartelevan abstraktioiden parissa, unohtavat, että *kaikki* sen suuret ovat ankarasti ottaen kuviteltuja suureita ja että kaikki abstraktiot huippuunsa vietyinä muuttuvat mielettömyydeksi tai vastakohdaksi. Matematiikan ääretön on lainattu todellisuudesta, vaikkakin tiedottomasti, ja se voidaankin selittää sen vuoksi vain pitäen lähtökohtana todellisuutta eikä sitä itseään, matemaattista abstraktiota. Ja kun tutkimme todellisuutta tässä mielessä, niin tapaamme, kuten olemme nähneet, myös ne todelliset suhteet, joista matematiikan äärettömyyssuhde on lainattu, vieläpä

sen matemaattisen tavan luonnolliset analogiat, joilla tämän suhteen annetaan toimia. Ja siten on asia selvitetty.

(Haeckelilla on huono toisinto ajattelun ja olemisen identtisyydestä. Kuitenkin myös *jatkuvan ja diskreetin materian ristiriita*; ks. Hegel ²²⁵.)

. . .

Vasta differentiaalilaskenta antaa luonnontieteelle mahdollisuuden kuvata *prosesseja* eikä vain *tiloja* matemaattisesti: liike.

. . .

Matematiikan soveltaminen: jäykkien kappa-
leiden mekaniikassa ehdoton, kaasujen mekaniikassa likiarvoinen, nesteiden jo vaikeampi; fyysikassa enemmänkin yrittelevä ja suhteellinen; kemiassa mutkattomanluonteisia yksinkertaisia ensimmäisen asteen yhtälöitä; biologiassa = 0.

[MEKANIikka JA TÄHTITIEDE]

* * *

Esimerkki dialektisen ajattelun välttämättömyydestä ja ei-kiinteistä kategorioista ja suhteista luonnossa: putoamislaki, joka tulee virheelliseksi jo muutaman minuutin putoamisajassa, koska Maan sädettä ei silloin enää voi ilman virhettä asettaa $= \infty$ ja Maan vetovoima lisäantyy sen sijaan, että se pysyisi samana, kuten Galilein putoamislaki edellyttää. Siitä huolimatta tätä lakia opetetaan vielä jatkuvasti, mutta varaukset jätetään pois!

* * *

Newtonin vetovoima ja keskipakoisvoima — esimerkki metafyyisesta ajattelusta: ongelmaa ei ole ratkaistu, se *on* vasta *asetettu*, ja tätä opetetaan ratkaisuna. — Sama Clausiuksella lämmön vähenemisestä.²²⁶

* * *

Newtonin painovoima. Paras, mitä siitä voi sanoa, on, että se ei selitä kiertotähtien liikkeen nykyistä tilaa, vaan *havainnollistaa* sitä. Liike on annettu. Sama Auringon vetovoimasta. Miten on selitettävissä liike näistä tiedoista? Voimien suunnikkaan avulla, tangentialivoiman avulla, josta muodostuu nyt välttämätön vaatimus, joka meidän *täytyy* hyväksyä. Se merkitsee, että kun on edellytetty olemassa olevan tilan *ikuisuus*, tarvitsemme *ensimmäistä*

sysäystä, jumalaa. Mutta olemassa oleva kiertotähtien tila ei nyt kuitenkaan ole ikuinen eikä liike ole alunperin yhdistettyä liikettä, vaan *yksinkertaista kiertoliikettä*, ja voimien suunnikkaan soveltaminen tähän on väärin, mikäli sen tarkoituksena ei ole ainoastaan ilmentää vielä etsittävää tuntematonta suuretta *x:ää*, ts. mikäli Newton on väittänyt ratkaisseensa kysymyksen eikä vasta asettaneensa sitä.

. . .

Newtonin voimien suunnikas on aurinkokunnassa tosi kaiketi *sillä hetkellä*, jolloin *renkaskappaleet irtoavat*, koska kiertoliike joutuu itsensä kanssa ristiriitaan silloin, kun toisaalta ilmaantuu vetovoima ja toisaalta tangentialivoima. Heti kun irtoaminen on tapahtunut, on liike kuitenkin jälleen yhtä. Todistus dialektiselle prosessille, että tämän eroamisen täytyy tapahtua.

. . .

Laplacen teoria edellyttää vain liikkuvaa materiaa — kiertoliike on välttämätön kaikkien maailmanavaruuksissa leijuvien kappaleiden osalta.

. . .

MÄDLER. KIINTOTÄHDET²²⁷

Halley johtui 18. vuosisadan alussa ensimmäisenä kolmea tähteä koskevien Hipparkhoksen ja Flamsteedin tietojen eroavuuden vuoksi ajatukseen tähtien ominaisliikkeestä (s. 410). — Flamsteedin *British Catalogue* on ensimmäinen jokseenkin tarkka ja laaja (s. 420), sitten n. 1750 *Bradley*, *Maskelyne* ja *Lalande*.

Hullu teoria valonsäteiden kantomatkasta jättiläismäisillä kappaleilla ja siihen perustuvia *Mädlerin laskelmia* — yhtä hullua kuin tietyt

kohdat Hegelin »Luonnonfilosofiassa» (ss. 424—425).

Voimakkain (apparentti, näennäinen) tähden ominaisliike 701" vuosisadassa $\approx 11'41'' = \frac{1}{3}$ Auringon halkaisijaa; 921:stä kaukoputkella näkyvästä tähdestä pienin keskimääräinen 8", 65, joillakin 4" [ss. 425—426].

Linnunrata on joukko renkaita, joilla on kaikilla yhteinen painopiste (s. 434).

Plejadien, Seulasten ryhmä ja siinä Alcyone, η Tauri, liikekeskipiste meidän avaruussaarekkeellemme »aina etäisimpiin Linnunradan alueisiin asti» (s. 448). Kiertoajat Seulasten ryhmässä keskimäärin n. 2 miljoonaa vuotta (s. 449). Seulasten ympärillä vaihdellen renkaanmuotoisia tähtiköyhiä ja tähtirikkaita ryhmiä. — Secchi kiistää mahdollisuuden määrittää jo nyt keskipisteen.

Sirius ja Procyon piirtävät Besselin mukaan yleisen liikkeensä lisäksi jonkin pimeän kappaleen ympäri käyvän radan (s. 450).

Algolin pimennys joka kolmas päivä, kestää 8 tuntia, *sen vahvistaa spektraalianalyysi* (Secchi, s. 786).

Linnunradan seudulla, mutta etäällä sen *sisäpuolella* on tiheä 7.—11. suuruusluokan tähtien muodostama rengas; kaukana tämän renkaan ulkopuolella samankeskisiä linnunratarenkaita, joista me näemme kaksi. Linnunradassa on Herschelin mukaan n. 18 miljoonaa hänen kaukoputkellaan nähtävää tähteä, renkaan *sisäpuolella* olevia n. 2 miljoonaa tai enemmän, siis yli 20 miljoonaa kaikkiaan. Sen lisäksi yhä haihtumaton hohde itse Linnunradassa erottuvien tähtien takana, siis ehkä vielä etäisempiä meille perspektiivin vuoksi näkymättömiä renkaita? (Ss. 451—452.)

Alcyonen etäisyys Auringosta on 573 valovuot-

ta. Erillisinä näkyvien tähtien *linnunratarenkaanhalkaisija* on ainakin 8000 valovuotta. (Ss. 462—463.)

573 valovuotta pitkällä Aurinko—Alcyone -säteellä liikkuvien kappaleiden *massa* lasketaan 118 miljoonaksi Auringon massaksi, se ei täsmää lainkaan niiden korkeintaan 2 miljoonan siinä liikkuvan tähden kanssa. Pimeitä kappaleita? Joka tapauksessa *something wrong**. Todistus siitä, miten epätäydellisiä vielä ovat meidän edellytyksemme havaintojen tekoon.

Uloimman linnunratarenkaan osalta Mädler olettaa etäisyydeksi kymmeniä tuhansia, kenties satoja tuhansia valovuosia (s. 464).

Sievä perustelu ns. valon imeytymistä vastaan:

»Tosin on olemassa tuollainen etäisyys, josta meille ei pääse enää lainkaan valoa, mutta syy on vallan toinen. Valon nopeus on *äärellinen*; luomisen alusta meidän päiviimme on kulunut *äärellisesti* aikaa, ja me voimme siis havaita taivaankappaleet vain siihen etäisyyteen saakka, jonka valo kulkee tuossa äärellisessä ajassa!» (S. 466.)

Että etäisyyden neliöön verrannollisesti heikenevän valon täytyy joutua kohtaan, jossa se ei enää ole näkyvässä meidän niin tarkennetuille ja apuneuvoin varustetuille silmillemmekään, se on toki itsestään selvää ja riittää torjumaan Olbersin mielipiteen, että vain valon imeytyminen pystyy selittämään valoa joka suuntaan ja äärettömän etäälle säteilevien tähtien täyttämän taivaan pimeyden. Sitä paitsi ei saa sanoa, että ei ole olemassa etäisyyttä, jossa eetteri ei enää päästä lävitseen valoa.

. . .

Sumutäplät. Kaikkia muotoja, terävästi ympärämuotoisia, elliptisiä tai epäsäännöllisiä ja

* — jotakin on vinossa. *Toim.*

sakaraisia. Kaikenasteista harventuneisuutta häviten täydelliseen harventumattomuuteen, jossa voi erottaa vain tiivistymisen keskusta kohti. Joissakin harventumissa havaittavissa aina 10 000 tähteä, keskikohta on useimmiten tiiviimpi, sangen harvoin on kirkkaampi keskustähti. Rossen jättiläiskaukoputki on sittemmin saanut monia harvennetuksi. Herschel I laskee olevan 197 tähtitihentymää ja 2300 sumutäplää, joiden lisäksi tulevat vielä Herschel II:n eteläiseltä taivaalta luetteloimat. Epäsäännöllisten sumutäplien *täytyy olla etäisiä tähtisaarekkeita*, sillä kaasumaiset massat voivat säilyä tasapainossa vain pallo- tai ellipsoidimuodossa. Useimmat niistä ovat jopa voimakkaimmissakin kaukoputkissa juuri ja juuri näkyvissä. Pyöreät *voivat* yhtäkaikki olla kaasumassoja, niitä on 78 yllä mainituista 2500:sta. Herschel olettaa etäisyyden meistä 2 miljoonaksi, Mädler — olettaen, että todellinen halkaisija = 8000 valovuotta — 30 miljoonaksi valovuodeksi. Koska jokaisen tähtitieteellisen kappalejärjestelmän etäisyys lähimmästä naapurista on ainakin sata kertaa niin suuri kuin järjestelmän oma halkaisija, meidän tähtisaarekkeemme etäisyys lähimpään nousisi *ainakin* 50 kertaa 8000 valovuodeksi = 400 000 valovuodeksi, minkä ohessa, kun on olemassa useita tuhansia sumutäpliä, ylitämme runsaasti Herschel I:n laskeman kahden miljoonan valovuoden puitteet. ([Mädler, ss. 485—]492.)

Secchi:

Tähtiparveksi harvennettavat sumutäplät antavat yhden jatkuvan ja yhden tavallisen tähtispektrin. Mutta varsinaiset sumutäplät »antavat osaksi jatkuvan spektrin, kuten Andromedassa oleva sumutäplä, mutta useimmiten yhdestä tai sangen harvoista valoisista viivoista koostuvan spektrin, kuten Orionin, Jousimiehen, Lyyran tähdistössä olevat sumutäplät sekä suuri joukko niitä, jotka tunnetaan nimellä *planetaariset*» (pyöreät) »sumut» (s. 787).

(Mädlerin mukaan s. 495 Andromedan sumu ei ole harvennettavissa tähtiparveksi. — Orionin sumu on epäsäännöllinen, hiutaleinen ja siitä ojentuu ikään kuin haaroja, s. 495. — Lyyran sumu muistuttaa rengasta, se on vain hiukan elliptinen, s. 498.)

Huggins on löytänyt sumun (Herschel, n:o 4374) spektristä kolme vaaleata viivaa, »tästä seurasi välittömästi, että tämä sumutäplä ei koostu erillisten tähtien parvesta, vaan on *todellinen** sumu, kaasumaisessa tilassa oleva hehkuva substanssi» [s. 787].

Viivat kuuluvat typelle (1) ja vedylle (1), kolmas on tuntematon. Samoin Orionin tähtisumussa [ss. 787—788]. Jopa sumut, joissa on loistavia pisteitä (Hydra, Jousimies), omaavat nämä valoisat viivat, niin että siis yhteenkoontuvat tähtimassat eivät vielä ole kiinteitä tai nestemäisiä (s. 789), Lyyran sumussa on vain typen viiva (s. 789). — Orionin sumussa on tihein kohta 1° laajuinen, koko laajuus 4° [ss. 790—791].

* * *

Secchi: *Sirius*.

»Yksitoista vuotta myöhemmin» (Besselin laskelman mukaan, Mädler, s. 450) »löydettiin... Sirkuksen seuralaiseksi omavaloinen 6. suuruusluokan tähti sekä todistettiin, että sen rata sopii yhteen Besselin laskelman kanssa. Myös Procyonille ja sen seuralaiselle on nyttemmin Auwersin toimesta määrätty rata, itse seuralaista sen sijaan ei vielä ole nähty» (s. 793).

Secchi: Kiintotähdet.

»Koska kiintotähdillä 2 tai 3 poikkeusta lukuunottamatta ei ole havaittavaa parallaksia, ne ovat ainakin jonkun 30 valovuoden päässä meistä (s. 799).

Secchin mukaan 16. suuruusluokan tähdet (Herschelin suuressa kaukoputkessa vielä näky-

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

vissä olevat) ovat 7560 valovuoden, Rossen kaukoputkessa näkyvät ainakin 20 900 valovuoden päässä (s. 802).

Secchi (s. 810) kysyy itse:

Jos Aurinko ja koko järjestelmä ovat kuolleet, »onko luonnossa olemassa voimia, jotka saavat kuolleen järjestelmän takaisin alkuperäiseen hehkuvan sumun tilaan ja kykenevät herättämään sen jälleen uuteen eloon? Emme tiedä sitä.»

. . .

Secchi ja paavi.

. . .

Descartes keksi, että vuoksi ja luode aiheutuvat Kuun vetovoimasta. Samoin hän keksi samanaikaisesti Snelliuksen kanssa valon taittumisen peruslain* ja vieläpä hänelle ominaisessa Snelliuksesta poikkeavassa muodossa.

. . .

Mayer, »*Mechanische Theorie der Wärme*», s. 328: *jo Kant on lausunut*, että vuoksi ja luode vaikuttavat hidastavasti Maan pyörimisliikkeen. (Adamsin laskelma, jonka mukaan tähti vuorokausi pitenee nyt 1000 vuodessa $\frac{1}{100}$ sekuntia.)²²⁹

* Käsikirjoituksen reunassa on merkintö: »Wolf kiistänyt, s. 325»²³⁰. *Toim.*

[FYSIKKA]

• • •

Työnti ja kitka. Mekaniikka pitää työnnin vaikutusta *puhtaasti tapahtuvana*. Mutta todellisuudessa se käy toisin. Jokaisessa työnnissä osa mekaanista liikettä muuttuu lämmöksi eikä kitka ole ollenkaan mitään muuta kuin eräs työnnin muoto, joka muuttaa jatkuvasti mekaanista liikettä lämmöksi (tulenteke hankaamalla tunnettu jo aikojen alusta).

• • •

Liike-energian kulutus sellaisenaan on dynamiikan puitteissa aina kahdenlaista ja sillä on kahdenlainen tulos: 1) kineettinen työ suoritettuna, aikaan saadaan vastaava määrä potentiaalista energiaa, joka kuitenkin on aina pienempi kuin käytetty liike-energia; 2) hankaus- ym. vastusten — painovoima poisluettuna — voittaminen, nämä vastukset muuttavat loput käytetystä liike-energiasta *lämmöksi*. — Samalla tavoin muutettaessa takaisin: aina menettelytavan mukaan osa hankauksen ym. aiheuttamasta häviöstä hajoaa lämpönä — ja tämä on kaikki ikivanhaa!

• • •

Ensimmäinen, naiivi näkökanta säännöllisesti oikeampi kuin myöhempi, metafyyminen. Niinpä jo *Bacon* (hänen jälkeensä Boyle, Newton ja miltei kaikki englantilaiset) sanoi lämpöä liikkeeksi²³⁰ (Boyle jo molekyyliiikkeeksi). Vas-

ta 18. vuosisadalla ilmaantui Ranskassa *calorique** ja sai mannermaalla enemmän tai vähemmän hyväksymistä.

. . .

Energian säilyminen. Liikkeen määrällisen vakioisuuden esitti jo Descartes jopa miltei samoin sanoin kuin nyt (Clausius, Robert Mayer?). Sitä vastoin liikkeen *muodonvaihdos* keksittiin vasta 1842 jälkeen, ja tämä, eikä määrällisen vakioisuuden laki, on uusi.

. . .

Voima ja voiman säilyminen. Esitettävä J. R. Mayerin molemmissa ensimmäisissä teoksissa olevat kohdat Helmholtziin verrattuna.**

. . .

*Voima.**** Hegel («Geschichte der Philosophie», I, s. 208) sanoo:

»On parempi sanoa magneetilla olevan *stelun*» (kuten Thales ilmaisee ajatuksensa) »kuin että sillä on *voimaa* vetää puoleensa; voima on eräs ominaisuuden laji, joka on *materiasta irrotettava* ja esitetään predikaattina; sielu sitä vastoin on *omansa liikkumista, materian luonnon kanssa sama.*»

. . .

Kun Hegel käsittää voiman ja sen ilmauksen, syyn ja vaikutuksen identtisiksi, niin tämä on nyt todistettu materian muodonvaihdoksessa, jossa samanarvoisuus on matemaattisesti todistettu. Mitassa jo aikaisemmin tunnustettu: voima mitattuna sen ilmauksessa, syy vaikutuksessa.

. . .

Voima. Kun jokin liike siirtyy kappaleesta toiseen, voidaan liike, *mikäli se siirtää itsensä* ja on aktiivinen, käsittää liikkeen syyksi, *mi-*

* — lämpöaine. *Toim.*

** Ks. tämän julkaisun ss. 96—97. *Toim.*

*** Engels käytti tätä muistilpanoa osastossa »Liikkeen perusmuodot» (ks. tämän julkaisun ss. 98—99). Lainauksessa kursivointi Engelsin. *Toim.*

kali se siirretään ja on passiivinen, niin silloinkin tämä syy, aktiivinen liike esiintyy *voimana*, passiivinen *ilmauksena*. Liikkeen häviämättömyyden lain mukaan tästä seuraa itsestään, että voima on tarkalleen yhtä suuri kuin sen ilmaus, sillä onhan se toisessa kuin toisessakin *samaa liikettä*. Mutta itsensä siirtävä liike on suuruudeltaan enemmän tai vähemmän määrättyä, koska se ilmenee kahdessa kappaleessa, joista toinen voi olla mittayksikkönä, jolla toisen liikettä mitataan. Liikkeen mitattavuus antaa *voiman* kategorialle sen arvon, muuten sillä ei olekaan mitään arvoa. Mitä suuremmassa määrin asianlaita on näin, sitä käyttökelpoisempia ovat tarkastelulle voiman ja sen ilmauksen kategoriat. Nimenomaan sen vuoksi mekaniikassa, jossa voimia hajotetaan edelleen, katsotaan ne yhdistetyiksi ja saavutetaan siten monesti uusia tuloksia, minkä ohessa ei kuitenkaan saa unohtaa, että tämä on vain ihmispään operaatio. Jos todella yhdistettyjen voimien — esimerkiksi sellaisten kuin on ilmaistu voimien suunnikkaassa — analogiaa sovelletaan todella yksinkertaisiin voimiin, niin siitä ei vielä muodostu todellisuudessa yhdistettyjä. — Samoin statiikassa. Edelleen muiden liikemuotojen vaihtuessa mekaaniseksi (lämpö, sähkö, rautaa puoleensa vetävä magnetismi), jolloin alkuperäinen liike voidaan mitata aikaansaadulla mekaanisella vaikutuksella. Mutta jo tässä, kun tarkastellaan yhtä aikaa erilaisia liikkeen muotoja, näkyy *voiman* kategorian tai lyheennyksen rajoittuneisuus. Kukaan kunnan fyysikko ei enää leimaa sähköä, magnetismia ja lämpöä pelkiksi *voimiksi*, yhtä vähän kuin *materioiksi* tai painottomiksi aineiksi. Kun me tiedämme, miten suureksi määräksi mekaanista liikettä määrätty erä lämpöliikettä vaihtuu, niin emme vielä tiedä itse

lämmön luonteesta mitään niin välttämätöntä kuin näiden vaihdosten tutkiminen onkin tämän lämmön luonteen tutkimisen kannalta. Sen käsitteittäminen erääksi liikkeen muodoksi on fyysikan tuorein edistysaskel, ja siten on siinä voiman kategoria kumottu. Tietyissä olosuhteissa — siirtymisen oloissa — ne* voivat ilmetä voimina ja tulla mitatuiksi sellaisina. Niinpä lämpö mitataan lämmenneen kappaleen laajenemisella. Jos tässä lämpö ei siirtyisi kappaleesta toiseen — mittapuuhun —, so. jos mittapuukappaleen lämpö ei muuttuisi, niin ei myöskään voisi olla puhuttakaan mittauksesta, suuruuden muutoksesta. Sanotaan yksinkertaisesti: lämpö laajentaa kappaletta, jos sitä vastoin sanottaisiin: lämmöllä on voimaa laajentaa kappaletta, niin se olisi pelkkää tautologiaa. Jos sanottaisiin: lämpö on voima, joka laajentaa kappaletta, se ei sattuisi paikalleen, sillä 1) laajeneminen, esim. kaasujen osalta, voidaan saada aikaan muutenkin, ja 2) lämpö ei tule täten tyhjentävästi ilmaistuksi.

Jotkut kemistit puhuvat kemiallisesta voimasta sellaisena, joka saa aikaan ja pitää koossa yhdisteet. Tässä ei kuitenkaan ole varsinaista siirtymistä, vaan eri kappaleiden liikkeiden yhdistyminen yhdeksi, ja käsite »voima» joutuu täten rajatapaukseensa. Mutta se on vielä mitattavissa lämmön syntymisen avulla, vaikkakin tähän mennessä suuremmitta tuloksista. »Voima» käsitteestä muodostuu tässä pelkkä korulause, kuten kaikkialla, jossa sen sijaan, että tutkitaisiin tutkimattomia liikkeen muotoja, *keksitään* niiden selitykseksi ns. voima (esimerkiksi kellumisvoima, jolla selitetään puun pysyminen veden pinnalla, taittumisvoima valo-opissa jne.),

* Ts. liikkeen erilaiset muodot: mekaaninen liike, lämpö, sähkö jne. *Toim.*

jolloin siten saadaan yhtä monta voimaa kuin selittämätöntä ilmiötäkin, ja jolloin on täsmälleen vain ulkonainen ilmiö käännetty joksikin mitä puhtaimmaksi korulauseeksi.²³¹ (Paremminkin olisi vetovoima- ja poistovoima-kategorioiden käyttö jo sallittavissa: niissä kootaan koko joukko fyysikoista selittämättömiä ilmiöitä saman nimen alaiseksi, joka vihjaa aavistukseen jonkinlaisesta sisäisestä yhteydestä.)

Vihdoin voiman kategoria on orgaanisessa luonnossa aivan riittämätön, mutta sitä käytetään alinomaa. Tosin lihaksen toimintaa voidaan nimittää sen mekaanisen vaikutuksen mukaisesti lihasvoimaksi ja mitatakin sitä sellaisena; voimiksi voidaan käsittää jopa muitakin mitattavissa olevia toimintoja, esim. erilaisten vatsojen ruuansulatuskyky, mutta tällöin joudutaan pian mielettömyyksiin (esim. hermovoima), ja joka tapauksessa tässä voi olla puhetta voimista vain sangen rajoittuneessa ja kuvaannollisessa mielessä (tavallinen puheenparsi: »palata voimiinsa»). Tämä sotku on johtanut siihen, että puhutaan elinvoimasta. Jos tällä halutaan sanoa, että liikemuoto orgaanisessa kappaleessa eroaa mekaanisesta, fysikaalisesta, vaikka se itsessään sisältää nämä kumoutuneessa muodossa, on ilmaisutapa sumea ja varsinkin myös siksi, että voima — liikkeen siirtymistä edellyttävä — ilmenee tässä jonakin elimistöön ulkoapäin puhallettuna eikä sille synnynnäisenä, siitä erottamattomana. Sen vuoksi elinvoima on ollut kaikkien yliluonnollisuuden harrastajien viimeinen pako-
paikka.

Vika: 1) Voimaa käsitellään tavallisesti itseenäisesti olemassa olevana. (Hegel, »Naturphilosophie», s. 79.)²³²

2) *Piilevä, levossa oleva* voima — tämä on selitettävä liikkeen ja levon suhteesta (inertia, ta-

sapaino), jolloin myös liikkeellepaneminen on selvitettävä.

Voima (ks. yllä olevaa). Liikkeen siirtyminen tapahtuu tietysti vain, jos *kaikki* erilaiset edellytykset ovat olemassa, ne ovat usein sangen moninaisia ja mutkikkaita, varsinkin koneissa (höyrykone, kivääri lukkoineen, liipaisimineen, nalleineen ja ruuteineen). Jos yksi edellytys puuttuu, ei siirtymistä tapahdu, ennen kuin tämä edellytys on palautettu. Tämän voi kuvitella sellaiseksi, ikään kuin voiman täytyisi saada *kimmoke* vasta, kun tämä viimeinen edellytys on saatu mukaan, ikään kuin se olisi *latenttina*, piilevänä kappaleessa, ns. voiman kantajana (ruuti, hiili). Tällöin ei todellisuudessa kuitenkaan tarvita vain tätä kappaletta, vaan kaikkien muidenkin edellytysten täytyy olla olemassa, jotta saataisiin aikaan nimenomaan tämä erikoinen siirtyminen. —

Voiman mielikuva tulee meille aivan itsestään siitä, että meillä on omassa ruumiissamme välineitä, joilla voi siirtää liikettä ja jotka voidaan saada toimimaan tietyissä rajoissa tahtomme välityksellä, varsinkin käsivarren lihakset, joiden avulla saamme aikaan mekaanisen paikanmuutoksen, muiden kappaleiden liikkeen, nostamme, kannamme, heitämme, lyömme ym. ja siten teemme määrättyjä hyödyllisiä suorituksia. Liike on tässä näennäisesti *synnytettyinä* eikä siirrettyinä, ja tämä antaa aiheen mielikuvalle, että ylipäänsä voima ikään kuin *synnyttää liikettä*. Että lihasvoima myös on vain siirtämistä, se on vasta nyt tullut fysiologisesti todistetuksi.

. . .

Voima. Negatiivinenkin puoli on eriteltävä: vastus, joka on vastakkainen liikkeen siirtämiselle.

Lämmön säteily maailmanavaruuteen. Kaikkiin Lavrovilla esiintyviin kuolleiden taivaankappaleiden uudistumista koskeviin olettamuksiin (s. 109)²³³ sisältyy liikkeen häviämistä. Kerran säteilylt lämpö, so. ylivoimaisesti suurin osa alkuperäistä liikettä, on kadonnut kokonaan. Helmholtzin mukaan tähän mennessä on kadonnut ⁴⁵³/₄₅₄. Joudutaan siis kuitenkin lopulta lähelle liikkeen ehtymistä ja lakkaamista. Kysymys on vasta sitten lopullisesti ratkaistu, kun on todistettu, miten maailmanavaruuteen säteilylt lämpö saadaan uudelleen *käyttökelpoiseksi*. Oppi liikkeen muuttumisesta asettaa tämän kysymyksen absoluuttisena eikä sitä voi sivuuttaa epäilyttävällä vekselinuudistuksella ja livistämällä. Että samalla kuitenkin ovat täten jo aunnettuina edellytykset sen ratkaisemiselle — *c'est autre chose**. Liikkeen muuttuminen ja sen häviämättömyys on keksitty vasta tuskin 30 vuotta sitten ja vasta aivan äsken on siitä tehty ja kehitetty lisäjohtopäätöksiä. Kysymys, mitä tulee näennäisesti kadonneesta lämmöstä, on niin sanoaksemme vasta vuoden 1867 (Clausius)²³⁴ jälkeen *nettement posée***. Ei ole ihme, ettei sitä ole vielä ratkaistu; kulunee vielä paljon aikaa, että pääsemme siihen vähäpätöisin välineinemme. Mutta ratkaistuksi se on tuleva yhtä varmasti, kuin pitää paikkansa, ettei luonnossa tapahdu mitään ihmeitä ja että sumupallo ei ole saanut alkuperäistä lämpöään ihmeen kautta maailman ulkopuolelta. Yhtä vähän auttaa pääsemään kunkin yksityistapauksen tuottamien vaikeuksien ylitse väite, että *liikkeen määrä on ääretön*, siis ehtymätön; se ei myöskään johda kuolleiden maailmoiden henkiinheräämiseen lu-

* — se on toinen asia. *Toim.*

** — selkeästi asetettu. *Toim.*

kuunottamatta yllä mainituissa olettamuksissa edellytetyjä ja aina voimakatoon kytkeytyneitä, siis tilapäisiä tapauksia. Kiertokulkua ei ole saatu aikaan, eikä saada ennen kuin keksitään, miten poissäteillyt lämpö saadaan uudelleen käyttökelpoiseksi.

. . .

Clausius — if correct* — todistaa, että maailma on luotu, siis, että materia on luotavissa, että se on hävitettävissä, että myös voima ja vastaavasti liike on luotavissa ja hävitettävissä, että koko oppi »voiman säilymisestä» on mielettömyys, siis, että kaikki hänen johtopäätöksensä siitä ovat niin ikään mielettömyys.

. . .

Clausius, II väittäjä jne., olkoon niin kuin hän haluaa. Häneltä menee energiaa hukkaan laadullisesti, ellei määrällisesti. *Entropiaa ei voi luonnollisin keinoin tuhota, mutta kyllä tehdä.* Maailman kello on vedettävä, sitten se käy, kunnes se joutuu tasapainoon, josta vain ihme saattaa sen uudelleen käyntiin. Vetämiseen käytetty energia on hävinnyt, ainakin laadullisesti, ja se voidaan palauttaa vain *ulkoa päin tulevalla sysäyksellä.* Niin muodoin sysäys ulkoa päin oli tarpeen myös alussa, siis maailmankaikkeudessa olevan liikkeen tai vastaavasti energian määrä ei ole aina yhtä suuri, siis energiaa täytyy luoda, siis se on luotavissa, se on hävitettävissä. Ad absurdum!**

. . .

Loppupäätelmä Thomsonin, Clausiuksen ja Loschmidtin osalta: *Palautuminen on siinä, että*

* — mikäli oikein ymmärrän. *Toim.*

** — Järjettömyyksiin! Sanonnalla »reduktio ad absurdum» (»järjettömiin, mahdottomiin asti») tarkoitetaan erityistä päätelmämenetelmää, jossa väite kumotaan johtamalla siitä järjetön lopputulos. *Toim.*

poistovoima työntää itseään luotaan ja tulee siten takaisin kuolleisiin taivaankappaleisiin väliaineesta. Mutta siihen sisältyy myös todistus, että poistovoima on liikkeen varsinainen aktiivinen puoli, vetovoima on passiivinen.

—
• • •

Kaasujen liikkeessä — haihtumisprosessissa — muuttuu massaliike suoranaisesti molekyyliiik-keeksi. Tässä on siis suoritettavissa siirtyminen.

• • •

Aggregaatiotilat — solmukohtia, joissa määrällinen muutos vaihtuu laadulliseksi.

• • •

Koheesio — on jo kaasuilla negatiivinen — vetovoiman vaihtuminen *poistovoimaksi*, tämä on vain kaasussa ja eetterissä (?) reaalinen.

• • •

Absoluuttisessa 0° ei ole mikään kaasu mahdollinen, kaikki molekyylien liike on pysäytetty, pieninkin paine, siis niiden oma vetovoima, tunkee ne yhteen. *Siksi pysyvä kaasu on mahdotto- muus.*

• • •

mv^2 on todistettu kaasumolekyylienkin suh-teen kineettisen kaasuteorian välityksellä. Siis sama laki molekyyliiikkeelle kuin massaliik-keellekin; ero on tässä kumottu.

• • •

Kineettisen teorian on osoitettava, miten mo-lekyyliit, jotka pyrkivät ylöspäin, voivat saman- aikaisesti kohdistaa paineen alaspäin ja — olet- taen ilmakehän verrattuna maailmanavaruuteen enemmän tai vähemmän pysyväksi — voivat

painovoimasta huolimatta etäännyä Maan keskipisteestä pois päin, mutta kuitenkin tiettyyn etäisyyteen, kun painovoima on vähentynyt etäisyyden *neliöön* verraunollisena, tämä pakottaa ne lepotilaan taikka palaamaan takaisin.

Kineettinen kaasuteoria:

»Ideaalikaasussa... ovat molekyylit jo niin etäällä toisistaan, että niiden keskinäinen vaikutus voidaan jättää huomioon ottamatta.» (Clausius, s. 6.)²³⁶

. . .

Mikä täyttää välipaikat? Niin ikään eetteri.²³⁶ Tässä siis asetetaan sellaisen materian vaatimus, joka ei jäsenny molekyylitai atomisoluiksi.

. . .

Teorian kehityksen vastakohtaisuus. Horror vacui'sta²³⁷ siirrytään heti absoluuttisen tyhjään maailmanavaruuteen, vasta jälkeempäin tulee eetteri.

. . .

Eetteri. Jos eetteri ylipäänsä saa aikaan vastusta, täytyy sen vastustaa myös *valoa* ja olla siten valolle tiettyssä etäisyydessä läpäisemätön. Mutta siihen, että eetteri päästää valon *etene- mään*, on sen *väliaineena*, sisältyy välttämättä, että se tuottaa vastusta valollekin, muutenhan valo ei saisi sitä värähtelemään. — Tässä ratkaisu Mädlerin* herättämiin ja Lavrovin²³⁸ mainitsemiin kiistakysymyksiin.

. . .

Valo ja pimeys ovat luonnossa varmasti räikein ja selvin vastakohta, jota uskonto ja filosofia ovat alituisen käyttäneet retorisenä korulauseena alkaen 4. evankeliumista²³⁹ aina 18. vuosisadan lumières** saakka.

* Ks. tämän julkaisun ss. 338—339. *Toim.*

** — valistuskauteen. *Toim.*

Fick²⁴⁰, s. 9: »Jo kauan sitten fysiikassa ankarasti todistettu väite., että säteilylämmöksi kutsuttu liikemuoto on kaikissa olennaisissa suhteissa identtinen sen liikemuodon kanssa, jota me nimitämme *valoksi*.»* Clerk Maxwell²¹¹, s. 14: »Näillä säteillä» (säteilylämmöllä) »on kaikki valonsäteiden fysikaaliset ominaisuudet ja ne kykenevät heijastumaan» jne. »...Muutamat lämpösäteet ovat identtisiä valonsäteiden kanssa, kun taas toiset lämpösäteiden lajit eivät vaikuta laisinkaan silmäämme.»

Näin ollen on olemassa *pimeitä* valonsäteitä, ja kuuluisa valon ja pimeyden vastakohta häviää luonnontieteestä absoluuttisen vastakohtan mielessä. Sivumennen sanoen synkin pimeys aikaansaa kuten kirkkain, räikein valokin silmissämme saman *sokaistumisen* vaikutuksen, ja ne ovat silläkin lailla *meille* identtisiä. — Asianlaita on seuraava: värähdyksen pituuden mukaan on auringonsäteillä erilainen vaikutus; aallonpituudeltaan suurimmat välittävät lämpöä, keskipituiset valoa ja pienimmät kemiallista toimintaa (Secchi, s. 632 ja seur.), ja tällöin, kun näiden kolmen toiminnan maksimit ovat lähekkäin, ulompien säderyhmien *sisemmät* minimi peittyvät toimintansa kannalta valoryhmään.²⁴² Mitä on valo ja ei-valo, riippuu silmän rakenteesta. Yöeläimet voivat nähdä jopa osan, joskaan ei lämpö-, niin kuitenkin kemiallisista säteistä, koska niiden silmät ovat sopeutuneet pienempään aallonpituuteen kuin meidän. Vaikeudelta vältytään, jos kolmenlaisten aaltojen sijasta otetaan vain yhdenlaiset (ja tieteellisesti tunnemme vain *yhden* lajin, muu on hätiköityä päätelmää), joilla aallonpituuden mukaan on erilainen, mutta ahtaissa rajoissa yhtenäinen vaikutus.

. . .

Hegel rakentelee valo- ja väriteorian puhtaasta ajatuksesta ja lankeaa tällöin poroporvarin ko-

* Kursivointi Engelsin. Toim.

tonaleivotun kokemuksen mitä *kömpelöimpään empiriaan* (joskin tietyllä oikeutuksella, koska tämä asia ei vielä silloin ollut selvitetty), esim. kun hän todistelee Newtonia vastaan maalarien värisekoitusten voimalla (s. 314 alhaalla).²⁴³

. . .

Sähkö. Thomsonin tarinoihin vrt. Hegel, ss. 346—347, missä on aivan samaa.* — Sen sijaan Hegel käsittää hankaussähkön jo aivan selvästi *jännitteeksi* toisin kuin fluidumi- ja sähköaine-teoria (s. 347).

. . .

Kun Coulomb puhuu »*sähköhiukkasista*, jotka työntävät toisiaan luotaan etäisyytensä neliöön kääntäen verrannollisesti», niin Thomson omaksuu levollisesti tämän ikään kuin todistettuna (s. 358).²⁴⁴ Samoin (s. 366) olettamuksen, että sähkö koostuu »kahdesta fluidumista, positiivisesta ja negatiivisesta, joiden hiukkaset työntävät toisiaan luotaan» ja että sähkö pysyy muka varatussa kappaleessa vain ilmakehän paineen vaikutuksesta (s. 360). Faraday pani sähkön atomien (tai molekyylien, tässä asiassa on vielä paljon sekaannusta) vastakkaisille navoille ja ilmaisi siten ensimmäisen kerran ajatuksen, ettei sähkö ole fluidumia, nestettä, vaan eräs liikemuoto, »voima» (s. 378). Vanhan Thomsonin päähän ei tahdo mahtua, että juuri kipinähän on jotakin *aineellista!*

Faraday oli jo 1822 huomannut, että hetkellinen indusoitu virta — ensimmäinen, samoin kuin toinenkin, vastakkaissuuntainen — »vastaa enemmän Leydenin pullon purkautuessa syntyvää kuin Voltan pariston aikaansaamaa virtaa», missä olikin koko salaisuus (s. 385).

Kipinästä on kaikenmoisia tarinoita, jotka

* Ks. tämän julkaisun ss. 140—142. *Totm.*

nyttemmin on tunnustettu erikoistapauksiksi tai harhakuvitelmiiksi; positiivisesta kappaleesta tuleva kipinä on muka »sädekimppu, viuhka tai kartio», jonka kärkenä on purkauspiste; sitä vastoin negatiivinen kipinä on muka »tähti» (s. 396). Lyhyt kipinä on muka aina valkoinen, pitkä useimmiten punertava tai sinipunertava. (Faradayn hauskaa mielettömyyttä kipinästä s. 400.)* Metallipallolla primäärijohtimesta [sähkökoneen] saatu kipinä olisi valkea, kädellä taas purppuranvärinen ja kosteudella punainen (s. 405). Kipinä, so. valo muka »ei ole ominaista sähkölle, vaan vain tulos ilman kokoonpuristumisesta. Että ilma *p u s e r t u u k o k o o n*** äkkiä ja kiivaasti, kun sähkökipinä kulkee sen lävitse», todistaa Kinnersleyn Philadelphiassa suorittama koe, jonka mukaan kipinä aikaansaa »putkessa olevan ilman äkillisen *h a r v e n t u m i s e n*»** ja ajaa veden putkeen (s. 407). Saksassa luulivat Winterl ja muut 30 vuotta sitten kipinän eli sähköisen valon olevan muka »samanluontoisen kuin *tulen*»** ja syntyvän 2 sähkön yhdistyessä. Sitä vastoin Thomson vakavissaan todistelee, että kohta, jossa molemmat sähkötkö kohtaavat, on muka heikkovaloisin ja että se olisi $\frac{2}{3}$ positiivisesta ja $\frac{1}{3}$ negatiivisesta päästä! (Ss. 409—410.) On päivänselvää, että tässä tuli on vielä jotakin *mystillistä*.

Samalla vakavuudella Thomson esittää Des-saignesin kokeet, joiden mukaan ilmapuntarin noustessa ja lämpötilan laskiessa lasi, hartsi, silkki ym. käyvät elohopeaan upotettaessa negatiivisesti sähköisiksi, mutta ilmapuntarin laskiessa ja lämpötilan noustessa positiivisesti, ja taas kesällä epäpuhtaaseen elohopeaan upotettaessa aina positiivisesti sähköisiksi, puhtaaseen

* Ks. tämän julkaisun ss. 141—142. *Toim.*

** Kursivointi Engelsin. *Toim.*

aina negatiivisesti; että kulta ja erilaiset muut metallit käyvät kesällä lämmitettäessä positiiviseksi ja jäädytettäessä negatiiviseksi, talvella taas päinvastoin; että ne ovat ilmapuntarin ollessa korkealla ja pohjoistuulen vallitessa »tavattoman sähköisiä»: positiivisesti lämpötilan noustessa ja negatiivisesti laskiessa jne. (s. 416).

Miten olikaan *lämmön* laita: »Lämpösähköisen ilmiön aikaansaamiseen ei tarvitse käyttää lämpöä. Kaikki, mikä *muuttaa lämpötilaa** josakin ketjun jäsenessä, ...aiheuttaa muutoksen magneettineulan poikkeamassa.» Esimerkiksi jäädytettäessä metallia jäällä tai eetteriä haihuttamalla! (S. 419.)

Sähkökemiallinen teoria on hyväksytty (s. 438) »ainakin hyvin nerokkaana ja uskottavana».

Fabroni ja Wollaston jo kauan sitten ja myöhemmin myös Faraday olivat väittäneet Voltan sähkön yksinkertaiseksi seuraukseksi kemiallisista ilmiöistä, ja Faraday oli jopa esittänyt jo oikean selityksenkin nesteessä tapahtuvalle atomien siirtymiselle sekä todennut, että sähkömäärä tulisi mitata elektrolyyttisen tuotteen määrällä.

Faradayta apunaan käyttäen Thomson päätyy lakiin:

»jokaista atomia täytyy luonnollisella tavalla ympäröidä sama määrä sähköä, niin että tässä suhteessa ovat sähkö ja lämpö toistensa kaltaisia*!» (S. 454.)

* * *

Staattinen ja dynaaminen sähkö. Staattinen eli hankaussähkö on luonnossa sähkön muodossa, mutta neutraalissa, tasapainotilassa olevan *valmiin* sähkön saattamista jännitystilaan. Tämän jännityksen kumoaminen tapahtuu siksi myös — jos ja mikäli sähköä voidaan johtaa etene-

* Kursivointi Engelsin. Toim.

västi — yhdellä iskulla, kipinällä, joka palauttaa neutraalin tilan.

Dynaaminen eli Voltan sähkö on sitä vastoin kemiallisen liikkeen sähköksi muuttumisesta syntyvää sähköä. Sinkin, kuparin ym. liukeneminen saa aikaan sitä määrätyissä oloissa. Tässä jännitys ei ole akuutti, vaan krooninen. Joka hetki tuotetaan uutta + ja — sähköä toisesta liikemuodosta eikä eroteta olemassaolevaa \pm plussaksi ja miinukseksi. Tapahtuma on jatkuva ja niin myös sen tulos, sähkö, ei ole hetkellinen jännitys ja purkaus, vaan kestävä virta, joka voi muuttua navoilla jälleen kemialliseksi liikkeeksi, josta se syntyi (tätä nimitetään elektrolyysiksi). Tässä tapahtumassa samoin kuin tuotettaessa sähköä kemiallisesta yhdistymisestä (jolloin vapautuu lämmön sijasta sähköä, vieläpä yhtä paljon sähköä kuin toisissa olosuhteissa lämpöä, Guthrie, s. 210)²⁴⁵ voi seurata virran kulkua nesteessä. (Atominvaihto naapurimolekyyliden kesken — se on virtaa.)

Tätä sähköä, joka luontonsa puolesta on virtaa, ei voida nimenomaan sen vuoksi muuttaa suoranaisesti jännitesähköksi. Mutta induktion välityksellä voidaan sellaisena jo olemassaoleva neutraali sähkö saada pois neutraalista tilasta. Asian luonteen mukaisesti on indusoidun seurattava indusoivaa, siis oltava myös virtaavaa. Sitä vastoin tässä esiintyy ilmeisesti mahdollisuus kondensoida virta ja muuttaa se jännitesähköksi tai pikemminkin korkeammaksi muodoksi, jossa yhdistyvät virran ja jännitteen ominaisuudet. Tämän on ratkaissut Ruhmkorffin kone. Se tuottaa induktiosähköä, jonka tulos on tämä.

* * *

On hauska esimerkki luonnon dialektiikasta, kun nykyisen teorian mukaan *samannimisten*

magneettisten napojen toisiaan *karkottava* vaikutus selitetään *samannimisten* sähkövirtojen *puoleensa vetävästä* vaikutuksesta (Guthrie, s. 264).

. . .

Sähkökemia. Kuvatessaan sähkökipinän vaikutusta kemialliseen hajoamiseen ja uudestimuodostumiseen Wiedemann selittää asian koskevan pikemminkin kemiaa.²¹⁶ Mutta samassa tapauksessa kemistit selittävät asian koskevan jo pikemminkin fysiikkaa. Siten molemmat selittävät olevansa epäpäteviä molekyyli- ja atomitieteen kosketuskohdassa, vaikka juuri *sieltä on odotettavissa suurimmat tulokset.*

. . .

Kitka ja työnti synnyttävät asianomaisissa kappaleissa *sisäistä* liikettä, molekyylliliikettä, joka tapauksen mukaan eriää lämmöksi, sähköksi jne. *Tämä liike on kuitenkin tilapäinen: cessante causa cessat effectus**. Määrätyssä asteessa ne muuttuvat kaikki *pysyväksi molekyyli-*limuutokseksi, *kemialliseksi.*

* — syyn lakatessa lakkaa vaikutuskin. *Toim.*

[KEMIA]

. . .

Mielikuva tosiasiallisesta *kemiallisesti yhtenäisestä aineesta* — niin ikivanha kuin se onkin — vastaa täysin vielä Lavoisieriin asti voimakkaasti levinnyttä lapsekasta katsomusta, jonka mukaan kahden kappaleen kemiallinen sukulaisuus perustuisi siihen, että kumpikin sisältäisi yhteisen kolmannen kappaleen. (Kopp, »Entwicklung», s. 105.)²⁴⁷

. . .

Mitenkä vanhat, mukavat, tähänastiseen käytäntöön sopeutuneet metodit siirtyvät muille tieteen aloille ja häiritsevät siellä: kemiassa koostuuksien prosenttinen laskutapa, joka on ollut laikkein paras menetelmä tekemään havaitsemattomiksi yhdisteiden vakiopainosuhteet ja kerrannaiset painosuhteet ja joka on aika kauan saanutkin ne havaitsemattomiksi.

. . .

Uusi aikakausi alkaa kemiassa atomiopista (e Lavoisier, vaan siis Dalton on uudemman kerman isä) ja sitä vastaten fysiikassa molekyyli-tertiasta (toisessa muodossa, mutta esittäen olemukseltaan vain tämän prosessin toisen puolen, liiemuotojen toisikseen muuttumisen keksimisessä). Uusi atomioppi eroaa kaikista aikaisemmita siten, että se ei väitä (aaseja lukuunottamat-

ta) materiaa *pelkästään* diskreetiksi, vaan että eriasteiset diskreetit osat (eetteriatomit, kemialliset atomit, massat, taivaankappaleet) ovat erilaisia *solmukohtia*, jotka edellyttävät yleisen materian *laadultaan* erilaisia olemisen muotoja aina suorastaan painamattomuuteen ja poistovoimaan asti.

. . .

Määrän muuttuminen laaduksi: yksinkertaisin esimerkki — *happi ja otsoni*, jossa 2 : 3 saa aikaan aivan muita ominaisuuksia aina tuoksuun asti. Muut allotrooppiset kappaleet kemia selittää samoin vain siten, että molekyyleissa on eri lukumäärä atomeja.

. . .

Nimien merkitys. Orgaanisessa kemiassa ei jonkin kappaleen merkitys eikä siis myöskään sen nimi riipu enää pelkästään sen koostumuksesta, vaan pikemminkin sen paikasta *sarjassa*, johon se kuuluu. Jos siis havaitsemme kappaleen kuuluvan tuollaiseen sarjaan, sen vanha nimi muodostuu ymmärtämisen esteeksi ja se on korvattava *sarjanimellä* (parafiinit ym.).

[BIOLOGIA]

. . .

Reaktio. Mekaaninen ja fysikaalinen (toisin sanoen lämpö ym.) reaktio häviää jokaisen ilmauksensa mukana. Kemiallinen reaktio muuttaa reagoivan kappaleen koostumusta ja uudistuu vain, jos sitä lisätään uusi erä. Ainoastaan *organinen* kappale reagoi *itsenäisesti* — tietenkin oman vaikutuspiirinsä (uni) puitteissa ja edellyttämällä ravintolisäystä —, mutta tämä ravinnon lisäys vaikuttaa vasta tultuaan yhteyteykseksi eikä kuten alemmilla kehitysasteilla välittömästi, joten tässä orgaanisella kappaleella on *itsenäinen* reaktiokyky, uuden reaktion on tapahduttava kappaleen *välittämänä*.

. . .

Elämä ja kuolema. Nykyään ei enää mikään fysiologia käy tieteellisestä, ellei siinä käsitetä kuolemaa elämän oleelliseksi momentiksi (huomautus: Hegel, »Enzyklopädie», I, ss. 152—153),²⁴⁸ elämän *kieltämistä* sisältyväksi olennaisesti itse elämään siten, että elämä aina ajatellaan suhteessa välttämättömään tulokseensa, joka siinä on aina idussaan, — kuolemaan. Dialektinen käsitys elämästä ei ole mitään tämän enempää. Mutta joka tämän on kerran ymmärtänyt, sen osalta on kaikki lörpöttely sielun kuolemattomuudesta jäänyt syrjään. Kuolema on joko ne kemialliset kokoonpano-osat jälkeensä

jättävän orgaanisen kappaleen hajoamista, joista sen substanssi oli muodostunut, taikka kuollut kappale jättää jälkeensä jotenkin sielun kaltaisen elämän johtoaikutuksen, joka elää vielä *kaikkien* elävien elimistöjen eikä vain ihmisen jälkeenkään. Tässä siis riittää dialektiikan välityksellä itselle saatu selvyys elämän ja kuoleman luonteesta syrjäyttämään ikivanhan taikauskon. Elämä merkitsee kuolemista.

. . .

*Generatio aequivoca.** Kaikki tähänastiset tutkimukset ovat nämä: nesteissä, jotka sisältävät hajoavia elimellisiä aineita ja ovat alttiina ilman vaikutukselle, syntyy alempia eliöitä, protisteja, sienii ja ripsieläimiä (infusoria). Mistä ne ovat peräisin? Ovatko ne syntyneet generatio aequivocan välityksellä vai ilmakehästä siirtyneistä iduista? Tutkimus rajoittuu siis varsin ahtaalle alueelle, plasmogonian, limasyntyn kysymykseen.²⁴⁹

Olettamus, että uusia elollisia organismeja voi syntyä toisten hajotessa, kuuluu oikeastaan lajien muuttumattomuuden aikakauteen. Siihen aikaan nähtiin välttämättömäksi olettaa kaikkien, jopa mutkikkaimpienkin organismien syntyvän elottomista aineista alkusyntyn avulla, ja kun ei haluttu turvautua luomistapahtuman apuun, tultiin helposti käsitykseen, että tämä ilmiö on helpommin selitettävissä ottamalla lukuun jokin orgaanisesta maailmasta peräisin oleva rakennusaine; että imettäväinen saataisiin aikaan kemiallisin menetelmin suoraan epäorgaanisesta aineksestä, sellaista ei nyt enää kuukaan ajatellut.

Mutta tuollainen olettamus ei laisinkaan vas-

* — *Itsestään sikiäminen. Toim.*

taa tieteen nykyistä tilaa. Kemiasta saadaan kuolleiden orgaanisten kappaleiden hajoamisprosessia erittelemällä todiste, että tällainen prosessi aikaansaa välttämättä jokaisella uudella askeleellaan epäorgaanista maailmaa lähempänä olevia tuotteita, sellaisia, jotka käyvät yhä vähemmän kelvollisiksi orgaanisen maailman käyttöön, ja että tälle prosessille voidaan antaa toinen suunta ja saada aikaan se, että noiden hajoamistuotteiden käyttö voi tapahtua vain silloin, kun jokin sopiva, jo olemassaoleva elimistö saa ne käyttöönsä ajoissa. Nimenomaan solunmuodostuksen tärkein apuneuvo, valkuaisaine, hajaantuu pikimmin eikä sitä vielä tähän mennessä ole kyetty saamaan uudelleen kokoon.

Enemmänkin. Ne eliöt, joiden alkusynnyttä orgaanisista nesteistä näissä tutkimuksissa on kysymys, ovat tosin suhteellisen alhaisia, mutta kuitenkin jo olennaisesti erinneitä, bakteereja, hiivasieniä ym. ja niillä on eri vaiheisiin jakautunut elämänkulku ja osalla (kuten ripsieläimillä) melko kehittyneet elimet. Kaikki ne ovat ainakin yksisoluisia. Mutta päästyämme tuntemaan rakennetta vailla olevat monerit on jo hullua haluta selittää edes yksinkertaisen solun syntyvän suoraan kuolleesta aineksestä eikä rakennetta vailla olevasta elävästä valkuaisaineesta, uskoa voitavan pakottaa luonto tekemään pienellä määrällä löyhkäävää vettä 24 tunnissa se, mikä on siltä vaatinut vuosituhsia.

Tässä suhteessa ovat Pasteurin kokeet²⁵⁰ hyödyttömiä: niille, jotka uskovat alkusynnyksen mahdollisuuteen, hän ei koskaan voi todistaa mahdolluutta pelkästään näiden kokeiden avulla. Mutta ne ovat tärkeitä, koska ne antavat paljon valaisua näistä eliöistä, niiden elämästä, niiden alkiosta ym.

MORIZ WAGNER, »NATURWISSENSCHAFTLICHE
STREITFRAGEN», I

(Augsburgissa ilmestynvä »Allgemeine Zeitung»,
Liite, 6., 7. ja 8. lokakuuta 1874)²⁵¹

Liebig selittää viimeisinä vuosinaan (1868)
Wagnerille:

»Meidän tarvitsee vain olettaa, että elämä on yhtä vanha, yhtä ikuinen kuin itse materia, niin minusta näyttää koko elämän alkuperää koskeva kiistakysymys selvitetyltä tämän yksinkertaisen olettamuksen avulla. Miksi ei itse asiassa saisi ajatella orgaanisen elämän olevan yhtä hyvällä syyllä ikialkuista kuin hiili ja *sen yhdisteet** (!) »taikka kuten yleensä koko luomaton ja hävittämätön materia ja kuten voimat, jotka on ikuisiksi ajoiksi kytketty aineen liikkeeseen maailmanavaruuksessa?»

Liebig sanoi edelleen (marraskuussa 1868, arvelee Wagner):

hänkin pitää »hyväksyttävänä» hypoteesia, että orgaaninen elämä on voitu »tuoda» meidän planeetallemme maailmanavaruuksista.

Helmholtz (Thomsonin »Handbuch der theoretischen Physik», Esipuhe, saksankielinen laitos, II osa):

»Jos kaikki ponnistelumme synnyttää eliöttä elottomasta aineksesta raukeavat,* niin minusta näyttää olevan täysin oikea sellainen menettelytapa, että kysymme: onko elämä ylipäänsä joskus syntynyt, eikä se ole yhtä vanha kuin materia ja eivätkö sen alkiot olisi, siirrettyinä toiselta taivaankappaleelta toiselle, kehittyneet kaikkialla, missä ne olisivat löytäneet suotuisan maaperän?»²⁵²

Wagner:

»Tosiasia, että materia on hävittämätöntä ja katoamatonta, että sitä... ei minkään voiman avulla voi haihduttaa olemattomiin, riittää, jotta kemisti voisi pitää sitä myös luomattomana*... Mutta elämää pidetään nyt

* Kursivointi Engelsin. Toim.

vallitsevan katsomuksen mukaan» (?) »vain niissä tietyissä yksinkertaisissa alkuaineissa piilevänä ominaisuutena, joista alimmat organismit koostuvat, minkä ominaisuuden on ilman muuta oltava yhtä vanhan, so. yhtä ikialkuisen kuin itse nämä perusaineet ja niiden yhdisteet.*» (1) »Tässä mielessä voitaisiin puhua myös elinvoimasta, kuten Liebig ('Chemische Briefe', 4. painos), nimittäin 'fyysisissä voimissa vaikuttavana ja niiden kanssa muotoavana prinsippiinä'²⁵³, ei siis sellaisena, joka vaikuttaa materian ulkopuolella. Materian ominaisuutena tämä elinvoima ilmenee kuitenkin... vain asianmukaisissa oloissa, jotka ovat vallinneet koko ikuisuuden äärettömässä maailmanavaruudessa ja lukemattomissa kohdin, mutta joiden on täytynyt aika usein eri ajanjaksojen kuluessa paikallisesti vaihdella.» Siis elämä ei ollut mahdollinen aikoinaan sulassa tilassa olleessa Maassa eikä ole nykyisessä Auringossa, mutta hehkuvilla kappaleilla on tavattoman laaja, uudemman käsityksen mukaan samoista aineista koostuva ilmakehä, joka täyttää äärimmäisen ohentuneena maailmanavaruuden ja jota kappaleet vetävät puoleensa. Neptunuksen radan tuolle puolen ulottuva pyörivä sumumassa, josta aurinkokunta on kehittynyt, on sisältänyt »myös kaiken veden» (1) »höyrystyneenä mittaamattomiin korkeuksiin hiilihappon*» (1) »pitkälle kyllästämässä ilmakehässä ja siten samalla myös perusaineet alhaisimpien orgaanisten alkioiden toimeentulolle» (?); siinä vallitsi »mitä erilaisimmilla alueilla mitä erilaisimmat lämpötila-asteet, ja siksi on täysin oikeutettu* olettamus, että aina jossakin on ollut olemassa orgaaniselle elämälle välttämättömät olosuhteet. Sekä taivaankappaleiden että pyörivien kómisten sumumassojen ilmakehä olisi sen mukaisesti katsottava elollisen muodon pysyviksi säilytyskammioiksi, orgaanisten alkioiden ikuisiksi kasvualustoiksi.» — Näkymättömine ituineen täyttävät pienimmät elävät protistit ilmakehän Andeilla päiväntasaajan kohdalla aina 16 000 jalan korkeuteen vielä suunnattomissa määrissä. Perty sanoo niitä »miltei kaikkialla läsnäoleviksi». Ne puuttuvat vain sieltä, missä polttava hehku ne tappaa. Tällaisten eliöiden ja alkioiden (vibrionidit ym.) olemassaolo on sen vuoksi ajateltavissa »kaikkien* taivaankappaleiden kaasukehässä, missä suinkin on asianmukaiset olosuhteet».

»Cohnin mukaan bakteerit... ovat niin mitättömän pieniä, että niitä mahtuu kuutiomillimetriin 633 miljoonaa ja että 636 miljardia painaa vain gramman. Mik-

* Kursivointi Engelsin. Toim.

rokokit ovat jopa vieläkin pienempiä» cikä ehkä vielä kaikkein pienimpiä. Mutta jo niillä on varsin erilaiset muodot: »vibrionidit ovat... milloin pallo-maisia, milloin munanmuotoisia, milloin sauvan tai ruuvin muotoisia» (niiden muodolla on siis jo melkoinen merkitys). »Tähän mennessä ei ole esitetty yhtään pätevää vastaväitettä sitä oikeutettua otaksumaa vastaan, että sellaisista *taikka niiden kaltaisista** eläimen ja kasvin välimailla horjuvista, kaikkein yksinkertaisimmista» (!!) »neutraaleista alkuolioista... *ovat voineet** yksilöllisen muuntelevuuden ja sellaisen kyvyn perusteella, että jälkeläiset perivät äskenhankittuja tunnusmerkkejä, ja kun taivaankappaleilla fyysiset olosuhteet muuttuvat ja kun syntyvät yksilölliset muuntumat paikan suhteen erikoistuvat, kehittyä kummankin luomakunnan kaikki moninaiset korkeammin organisoidut elävät olennot sangen pitkien ajanjaksojen kuluessa ja niiden *on täytynt** kehittyä.»

Merkillepantava on osoitus siitä, miten harastelijamainen Liebig oli biologiassa, joka toki on kemialle läheinen tiede.

Darwinia hän luki ensi kerran 1861 ja vasta paljon myöhemmin Darwinia seuranneita tärkeitä biologisia ja paleontologis-geologisia kirjoituksia. Lamarckia hän »ei ollut koskaan lukenut». »Samoin häneltä olivat jääneet täysin tuntemattomiksi jo ennen vuotta 1859 ilmestyneet L. v. Buchin, d'Orbignyn, Münsterin, Klipsteinin, Hauerin ja Quenstedtin erikoistutkimukset fossiilisista pääjalkaisista (Cephalopoda), jotka valaisevat niin merkittävästi eri luontokappaleiden geneettistä yhteenkuuluvuutta. Kaikki mainitut tutkijat olivat... tosiasioiden painosta joutuneet, miltei vasten tahtoaan, Lamarckin polveutumisolettamuksen kannalle» ja vieläpä ennen Darwinin kirjaa. »Desendenssiteoria (polveutumisoppi) oli täten kaikessa hiljaisuudessa jo juurtunut niiden tutkijain katsomuksiin, jotka työskentelivät perinpohjaisemmin fossiilisten organismien vertailevan tutkimuksen parissa.» L. v. Buch oli jo 1832 teoksessaan »Über die Ammoniten und ihre Souderung in Familien» ja 1848 eräässä Berliinin akatemiassa lukemassaan väitöskirjassa liittänyt »täysin kiistattomana paleontologiaan» (!) »Lamarckin ajatuksen orgaanisten muotojen tyypisukulaisuudesta merkinä niiden yhteisestä polveutumisesta»; ammoniittitutkimukseensa nojaten hän

* Kursivointi Engelsin. *Toim.*

lausui 1848: »vanhojen muotojen häviäminen ja uusien ilmaantuminen ei ole seurausta orgaanisten luomusten täydellisestä tuhoutumisesta, vaan että uusien lajien muodostuminen vanhemmista muodoista johtuu mitä suurimmalla todennäköisyydellä vain muuttuneista elinehdoista.»*

Arvostelua. Yllä mainittu »ikuisen elämän» ja sen alkioiden ulkoatuomisen otaksuma edellyttää:

1. Valkuaisaineen ikuisuutta.

2. Niiden alkumuotojen ikuisuutta, joista kaikki elimellinen voi kehittyä. Kumpikin on luvutonta.

Kohtaan 1. Liebigin väite, että hiiliyhdisteet olisivat yhtä ikuisia kuin itse hiilikin, on nurinkurinen, mikäli ei väärä.

a) Onko hiili yksinkertaista? Mikäli ei, niin se sellaisenaan ei ole ikuista.

b) Hiilen yhdisteet ovat ikuisia siinä mielessä, että ne yhtäläisissä sekoitus-, lämpötila-, paine-, sähköjännite- ym. suhteissa aina uusintavat itsensä. Mutta että vaikkapa vain yksinkertaisimmatkin hiiliyhdisteet, CO_2 tai CH_4 , olisivat siten ikuisia, että niitä on olemassa kaikkina aikoina sekä enemmän tai vähemmän kaikkialla, eivätkä ne tuota itseään jatkuvasti uudestaan alkuaineistaan ja jälleen häviä alkuaineikseen, — sellaista ei ole tähän mennessä rohjetu vakuuttaa. Jos elollinen valkuaisaine on siinä mielessä ikuista kuin muut hiiliyhdisteet, niin sen täytyy paitsi jatkuvasti hajaantua alkuaineikseen, kuten tunnetusti tapahtuukin, myös muodostua jatkuvasti alkuaineista ja ilman ennalta valmiin valkuaisaineen myötävaikutusta — tämä on suoranainen vastakohta sille tulokselle, johon Liebig päätyy.

* Kursivointi Engelsingin. *Toim.*

c) Valkuaisaine on pysymättömin tuntemistamme hiiliyhdisteistä. Se hajoaa heti, kun se menettää kykynsä suorittaa sille ominaisia toimintoja, joita me nimitämme elämäksi, ja sen luonteeseen kuuluu, että tämä kyvyttömyys ilmaantuu ennemmin tai myöhemmin. Ja nimenomaan tämän yhdisteen pitäisi olla ikuista, sen pitäisi kyetä kestämaan kaikki lämpötilan ja paineen muutokset sekä ravinnon ja ilman puutteen maailmanavaruudessa, missä kuitenkin korkeimmankin lämpötilan alaraja on niin alhainen — alle 100°C ! Valkuaisaineen olemassaolon ehdot ovat tavattoman paljon mutkikkaammat kuin jokaisen muun tuntemamme hiiliyhdisteen, sillä eihän siinä esiinny vain fyysikaalisia ja kemiallisia toimintoja, vaan myös ravitsemus- ja hengitystoimintoja, jotka vaativat fyysikaalisesti ja kemiallisesti ahtaissa rajoissa olevaa väliainetta — ja sen olisi säilyttävä ikuisesti huolimatta kaikista mahdollisista vaihteluista! Liebig »pitää kahdesta hypoteesista, ceteris paribus*, yksinkertaisinta parempana». Mutta jokin saattaa näyttää varsin yksinkertaiselta ja olla kuitenkin hyvin mutkikas. — Jos oletetaan lukemattomia jatkuvia sarjoja ikuisuudesta alkaen toisistaan polveutuvia valkuaiskappaleita, jotka kaikissa olosuhteissa jättävät tähteeksi hyvän valikoiman, niin se on kaikkein mutkikkain oletamus. — Taivaankappaleiden ilmakehä ja varsinkin sumujen ilmakehä on alunperin ollut myös hehkuvan kuuma, eikä siis ole ollut sijaa valkuaiskappaleille. Maailmanavaruuden täytyy siis loppujen lopuksi olla suurena säiliönä — säiliönä, jossa ei ole ilmaa eikä ravintoa sekä on sellainen lämpötila, jonka valitessa ei varmaankaan valkuuaisaine voi toimia tai säilyä!

* — muutoin yhtäläisin edellytyksin. *Toim.*

Kohtaan 2. — Vibriot, mikrokokit ym., joista tässä on puhe, ovat jo melko erinneitä olioita; ne ovat valkuaiskokkareita, jotka erittävät keton itselleen, mutta ovat *ilman tumaa*. Mutta valkuaiskappaleiden kehityskykyinen sarja muodostaa *ensin tuman* ja siitä tulee solu; soluketto on sitten seuraava edistysaskel (Amoeba sphaerococcus). Tässä kysymykseen tulevat eliöt kuuluvat siis sellaiseen sarjaan, joka joutuu kaikesta tähänastisesta analogiasta päätellen hedelmättömästi umpikujaan eikä voi kuulua korkeampien organismien kantaisiin.

Se, mitä Helmholtz sanoo niiden kokeiden hedelmättömyydestä, joissa yritetään saada keinotekoisesti aikaan elämää, on suorastaan lapsenkasta. Elämä on niiden valkuaiskappaleiden olintapa, joissa olennaisena puolena on *jatkuva aineenvaihdunta ulkoisen niitä ympäröivän luonnon kanssa* ja mikä olintapa tämän aineenvaihdunnan lakatessa lakkaa ja aiheuttaa valkuaisaineen hajoamisen*. Jos onnistutaan valmistamaan kemiallisesti valkuaiskappaleita, niin ne tulevat ehdottomasti osoittamaan elämän merkkejä, suorittamaan aineenvaihduntaa, miten heikkoja ja lyhytaikaisia ne sitten lienevätkään. Mutta varmaankin sellaisilla kappaleilla voi olla *korkeintaan* kömpelöimpien moneerien muoto, todennäköisesti vielä paljon alempiasteinen muoto, eikä missään tapauksessa sellaisten organismien muotoa, jotka ovat jo erinneet vuosituhansien kehityksen tuloksena, erottaneet keton sisällöstä ja saaneet määrätyn perinnöllisen muotohahmon. Mutta niin kauan kuin me emme tiedä valkuaisai-

* Myös epäorgaanisissa kappaleissa saattaa tapahtua selaista aineenvaihduntaa ja tapahtuu aikaa myöten kaikkialla, koska kaikkialla tapahtuu kemiallista vaikutusta, vaikkakin ehkä hidasta. Mutta erona on, että epäorgaanisissa kappaleissa aineenvaihdunta tuhoaa ne, kun taas orgaanisissa se on olemassaolon välttämätön ehto.

neen kemiallisesta koostumuksesta enempää kuin nyt emmekä voi todennäköisesti vielä 100 vuoteen ajatella sen keinotekoista valmistusta, on naurettavaa valittaa, että kaikki meidän ponnistelumme ym. »ovat rauenneet»!

Vastaväitteenä yllä mainittuun, että aineenvaihdunta on munanvalkuaiskappaleelle ominaista toimintaa, voidaan esittää Trauben »keinotekoisten solujen» kasvu.²⁵⁴ Mutta tässä tapahtuu vain jonkin nesteen muuttumatonta vastaanottoa sisäänkihoamisen (endosmoosi) välityksellä, kun taas aineenvaihdunta merkitsee sellaisten aineiden vastaanottoa, joiden kemiallinen kokoonpano muuttuu, jotka yhteytyvät organismiin ja joiden tähteet erittyvät yhdessä elintoinnin tuottamien organismin hajoamistuotteiden kanssa.* Trauben »solujen» merkitys on se, että ne osoittavat sisäänkihoamisen ja kasvun kahdeksi eri asiaksi, jotka ovat aikaansaataavissa myös epäorgaanisessa luonnossa ilman minkäänlaista hiiltä.

Ensiksi muodostuneilla valkuaiskokkareilla on täytynyt olla kyky ravita itseään hapella, hiilihapolla, ammoniakilla sekä joillakin niitä ympäröivään veteen liuenneilla suoloilla. Orgaanisia ravinteita ei ollut, sillä eivät ne toki voineet syödä toisiaan. Tämä osoittaa, miten paljon korkeammalla niiden yläpuolella ovat nykyiset jopa tumattomat moneerit, jotka elävät piilevistä (Diatomeae) ym. ja edellyttävät niin muodoin, että on olemassa koko joukko erinneitä organismeja.

* NB: Samoin kuin meidän on puhuttava selkärangattomista selkärangaisista, niin tässäkin on nimitetty organisoitumatonta, muodotonta ja eriamatonta valkuaiskokkareta organismiksi. *Dialektisesti* sellainen käy päinsä, sillä kuten selkäranka jo sisältyy ituna selkäydinjuosteeseen, niin sisältyy ensiksi muodostuneeseen valkuaiskokkareeseenkin koko loputon sarja korkeampia organismeja, ikään kuin ituna, »sich» [»an sich»].

. . .

Luonnon dialektiikka — references*.

»Nature» n:o 294 ja seur. Allman ripsieläimistä.²⁵⁵ Yksisoluisuus, tärkeä.

Croll jääkaudesta ja geologisesta ajasta.²⁵⁶

»Nature» n:o 326, Tyndall generatiosta.*²⁵⁷
Erikoisia mätänemis- ja käymiskokeita.

. . .

Protistit. 1. Soluttomia, saavat alkunsa yksinkertaisena valkuaiskokkareena, joka ojentaa ja vetää sisään valejalkoja jossakin muodossa yhdessä moneerien kanssa. Nykyiset moneerit ovat varmaan aivan erilaisia kuin alkuperäiset, koska ne elävät enimmältään orgaanisesta materiasta, nielaisevat piileviä ja ripsieläimiä (siis kappaleita, jotka ovat niitä itseään korkeammalla ja syntyneet vasta myöhemmin) ja omaavat, kuten Haeckelin taulukko I osoittaa,²⁵⁸ kehityshistoriansa ja käyvät lävitse soluttomien flagellaattien muodon. — Jo tässä on havaittavissa pyrkimys muotoon, mikä on kaikille valkuaiskappaleille ominaista. Tämä muotovietti esiintyy edelleen soluttomilla huokoseläimillä (Foraminifera), jotka erittävät hyvin taiteellisen kuoren (kuvastavat siirtokuntia? korallit jne.) ja esittävät korkeampia nilviäisiä samaan tapaan kuin putkilevät (Siphonaeae) matkivat korkeampien kasvien vartta, ruotia, juurta ja lehtilapaa, mutta ovat kuitenkin pelkkää rakentelua valkuaisista. Siksi protameeba on erotettava ameebasta.***

2. Toisaalta muodostuu ero keton (ektosark) ja ydinkerroksen (endosark) välille aurinko-

* — viittauksia. *Toim.*

** — synnystä. *Toim.*

*** Käsikirjoituksen reunassa on tämän kappaleen kohdassa merkintö: »Yksilöllistyminen vähäistä, ne jakautuvat ja samoin sulautuvat. *Toim.*

eläimellä *Actinophrys sol* (Nicholson²⁶⁹, s. 49). Kettokerros panee alulle valejalat (*Protomyxa aurantiaca*)lla tämä aste on jo välivaihe, ks. Haeckel, taulukko I). Tällä kehitystiellä valkuainen ei näytä päässeensä pitkälle.

3. Toisaalta valkuaisessa eriävät *tuma* ja *tumajyvänen* — alastomat ameebat. Tästä lähtien tapahtuu muodon kehittyminen nopeasti. Samankaltainen on nuoren solun kehittyminen organismissa, vrt. mitä *Wundt* sanoo tästä (alus-²⁶⁰ sa). *Amoeba sphaerococcus*'illa kuten *Protomyxa*'llakin soluketon muodostuminen on vain ohimenevä vaihe, mutta jopa tässä on jo alullaan supistumiskykyisen rakon aiheuttama kiertö. [Haeckel, s. 380.] Pian tapaamme joko hiekasta yhteenliimautuneen kuoren (*Diffugia*, Nicholson, s. 47), kuten madoilla ja hyönteistoukilla, taikka todella erittyneen kuoren. Ja vihdoin

4. *Pysyväkertainen solu*. Soluketon kovuudesta riippuen olisi tästä Haeckelin mukaan (s. 382) tullut joko kasvi taikka pehmeän keton tapauksessa eläin (? siten ei varmaankaan voi yleisesti päätellä). Yhdessä soluketon kanssa alkaa esiintyä määrätty ja samalla plastinen muoto. Tässä on jälleen eroa yksinkertaisen soluketon ja erittyneen kuoren välillä. Mutta (toisin kuin n:ossa 3) tämän soluketon ja tämän kuoren esiintyessä lakkaa *valejalkojen esiintyöntytminen*. Aikaisempien muotojen (flagellaatit) toistuminen ja monimuotoisuus. Siirtymisen aiheuttavat *Labyrinthuleae* (Haeckel, s. 385), jotka säilyttävät valejalkansa ulkopuolella ja ryömivät tässä verkossa pitäen normaalin sukkulamuotonsä muutoksettietyissä rajoissa. — Itiöeläimet (*Gregarinae*, *Sporozoa*) matkivat korkeampien loisien elintapaa: jotkut eivät enää esiinny yksittäisinä solui-
na, vaan *soluketjuina* (Haeckel, s. 451), jotka

kuitenkin sisältävät vain 2—3 solua — heikko alkio. Yksisoluisten organismien kehittyminen ripsieläinten (Infusoria) joukossa, mikäli nämä *todella ovat* yksisoluisia. Tässä on varteenotettavaa eriämistä (ks. Nicholson). Jälleen pesäkkeitä ja zoofyyttejä²⁶¹ (Epistylis). Samoin yksisoluisilla kasveilla muoto on korkealle kehittynyt (Desmidiaceae, Haeckel, s. 410).*

5. Seuraavana edistysaskeleena on useamman solun yhdistyminen yhdeksi rungoksi, ei enää pesäkkeeksi. Ensinnä Haeckelin katallaktit, *Magosphaera planula* (Haeckel, s. 384), jossa solujen yhdistyminen on vain kehitysvaihe. Mutta tässäkin ei enää ole valejalkoja (ellei ohimenevänä vaiheena, sitä Haeckel ei sano täsmällisesti). Toisaalta säde-eläimet (Radiolaria), myös eriamattomia soluläjiä, mutta niillä ovat sitä vastoin valejalat säilyneet, ja kuoren geometrinen säännöllisyys, joka näyttelee osaansa jo todella soluttomilla juurijalkaisilla (Rhizopoda), on kehittynyt huippuunsa — valkuainen ympäröi itsensä niin sanoaksemme kristallimuodollaan.

6. *Magosphaera planula* muodostaa siirtymisen oikeaan *Planulaan* ja *Gastrulaan* ym. Lisää Haeckelilta (s. 452 ja seur.).²⁶²

. . .

Bathybius.²⁶³ Kivet sen lihassa ovat todiste, että jo valkuaisaineen alkumuodolla, joka vielä on vailla mitään muodon eriämistä, on idullaan rangoittuminen ja kyky sellaiseen.

. . .

Yksilö. Tämäkin käsite on haihtunut pelkkään suhteellisuuteen. *Cormus*, pesäke, laakamato —

* Käsikirjoituksen reunassa on tämän kappaleen kohdassa merkintö: »Alkiomuoto on pitemmälle eriytynyt». *Toim.*

toisaalta solu ja jaoke tietyssä mielessä yksilöitä (»Anthropogenie» ja »Morphologie»).²⁶⁴

. . .

Koko orgaaninen luonto on katkeamatonta todistusta muodon ja sisällön samuudesta tai erottamattomuudesta. Morfologiset ja fysiologiset ilmiöt, muoto ja funktio ovat toistensa keskinäisinä ehtoina. Muodon eriäminen (solu) edellyttää aineksen eriämistä lihakseksi, kalvoksi, luuksi, epiteeliksi ym. ja aineksen eriäminen edellyttää jälleen erilaista muotoa.

. . .

Morfologisten muotojen toistuminen kaikissa kehitysasteissa: solun muodot (kumpikin on olennaista jo Gastrulassa — jaokkeenmuodostus tietyllä asteella: Annulosa, Arthropoda, Vertebrata.* — Sammakkoeläinten hännällisissä toukissa on toistunut meritupen (Ascidia) toukan alkumuoto. — Erilaiset pussieläinten muodot, jotka palaavat takaisin istukallisissa nisäkkäissä (vieläpä vain nykyisinkin elävät pussieläimet huomioon ottaen).

. . .

On hyväksyttävä organismien koko kehitykseen päteväksi laki lähtökohdasta lasketun ajallisen etäisyyden neliöön verrannollisesta kiihtyvyydestä. Vrt. Haeckel, »Schöpfungsgeschichte» ja »Anthropogenie», eri geologisia aikavälejä vastaavat orgaaniset muodot. Mitä korkeammalla ollaan, sitä nopeammin se käy.

. . .

On osoitettava Darwinin teoriasta, että se on käytännön todistusketju Hegelin esittämästä välttämättömyyden ja sattuman sisäisestä yhteydestä.**

* — nivelmadot, niveljalkaiset, selkärangaiset. *Toim.*

** Ks. tämän julkaisun ss. 267—272. *Toim.*

Taistelu olemassaolosta. Kaikissa asioissa se on tiukasti rajoitettava kasvien ja eläinten *liikakansoitukseen* aiheuttamiin taisteluihin, joita todella esiintyy tietyillä kasvien kehitysasteilla ja eläinten alhaisilla kehitysasteilla. Mutta siitä on tarkkaan erotettava olosuhteet, joissa lajit muuttuvat, vanhat kuolevat pois ja uudet, kehittyneet astuvat niiden tilalle *ilman* tällaista liikakansoitusta: esim. kun eläimet ja kasvit vaeltavat uusiin seutuihin, joissa uudet ilmastolliset ja maaperä- ym. suhteet pitävät huolen muutoksesta. Jos *tällöin* sopeutuvat yksilöt jäävät eloon ja muodostavat alituisen lisääntyvän sopeutumisensa ansiosta uuden lajin, toisten pysyvämpien yksilöiden kuollessa ja loppujen lopuksi peräti sukupuuttoon yhdessä epätäydellisten väliasteiden kanssa, niin tämä voi tapahtua ja tapahtuu *ilman mitään malthuslaisuutta*, ja mikäli viimeksi mainitulla on tällöin jotain merkitystä, ei se muuta lainkaan tapahtumankulkua, korkeintaan se voi sitä jouduttaa. — Samoin on laita, kun maantieteelliset, ilmastolliset ym. suhteet muuttuvat vähitellen jollakin annetulla seudulla (esimerkiksi veden vähentyminen Keski-Aasiasta). Esiintyykö tällöin eläimistön tai kasviston keskuudessa keskinäistä painetta vai ei, se on yhdentekevää, olosuhteiden edellyttämä organismien kehitysprosessi tapahtuu kuitenkin. — Samoin sukupuolivalinnassa, josta malthuslaisuus niin ikään jää täysin syrjään. —

Sen vuoksi Haeckelin »sopeutuminen ja perinnöllisyys» voi myös pitää huolen koko kehitysprosessista tarvitsematta turvautua luonnonvalintaan ja malthuslaisuuteen.

Juuri Darwinin virhe on, että hän »luonnollisessa valinnassaan *eli* kelvollisten eloonjää-

misessään»²⁶⁵ on sotkenut keskenään kaksi toisilleen täysin vierasta asiaa:

1) Valinta liikakansoituksen paineen kautta, jolloin voimakkaimmat kenties ensisijassa säilyvät, mutta voivat olla monessa suhteessa myös heikoimpia.

2) Valinta muuttuneisiin oloihin paremman sopeutumisen kautta, jolloin eloonjäävät ovat paremmin omiaan näihin *oloihin*, mutta jolloin sopeutuminen voi kokonaisuudessaan merkitä yhtä hyvin edistystä kuin taantumista (esim. sopeutuminen loiselämään on *aina* taantumista).

Pääasia: että orgaanisessa kehityksessä on jokainen edistysaskel samalla taka-askel, kun se lujittaa *yksipuolista* kehitystä ja poistaa mahdollisuuden kehittyä moniin muihin suuntiin.

Kuitenkin tämä on *peruslaki*.

. . .

*Struggle for life.** ²⁶⁶ Aina Darwiniin saakka hänen nykyiset kannattajansa olivat korostaneet nimenomaan orgaanisessa luonnossa vallitsevaa sopusointuista yhteistoimintaa, sitä, miten kasvikunta toimittaa eläimille ravintoa ja happea, ja eläimet kasveille lannoitetta, ammoniakkaa ja hiilihappoa. Tuskin Darwin oli tullut tunnustetuksi, kun nämä samat ihmiset alkoivat nähdä kaikkialla vain *taistelua*. Kumpikin käsitys on oikeutettu ahtaissa rajoissa, mutta kumpikin on yhtä yksipuolinen ja rajoitettu. Kuolleiden kappaleiden vuorovaikutukseen luonnossa sisältyy sopusointua ja yhteentörmäystä, elävien tietoista tai tiedotonta yhteistoimintaa ja samoin tietoista ja tiedotonta taistelua. Ei siis vielä luonnossakaan ollut lupa kirjoittaa lippuunsa yksinomaan yksipuolista sanaa »taistelu». Mutta aivan lapsekasta on viedä historian kehittymisen

* — *Taistelu elämästä. Toim.*

ja mutkistumisen koko moninaista rikkautta »olemassaolon taistelun» laihan ja yksipuolisen sanonnan piiriin. Siten sanotaan vähemmän kuin ei mitään.

Koko Darwinin oppi olemassaolon taistelusta yksinkertaisesti siirtää yhteiskunnasta elolliseen luontoon Hobbesin opin, joka koskee bellum omnium contra omnes,²⁶⁷ sekä kilpailua koskevan porvarillisen talousteorian ja samoin Malthuksen väestöteorian. Kun tämä temppu on tullut tehdyksi (sen ehdoton oikeus — varsinkin mitä tulee Malthuksen oppiin — on vielä sangen kyseenalainen), on varsin helppoa siirtää nämä opit uudelleen luonnonhistoriasta takaisin yhteiskunnan historiaan, ja olisi aivan liian suurta naiiviutta sanoa, että nämä väitteet on täten todistettu yhteiskunnan ikuisiksi luonnonlaeiksi.

Hyväksykäämme hetkiseksi sanonta »olemassaolon taistelu» for argument's sake*. Eläimen se saa korkeintaan *keräilemään*, ihminen *tuottaa*, valmistaa (sanan laajimmassa mielessä) elintarvikkeita, joita luonto ei olisi ilman häntä tuottanut. Tällä on tehty mahdottomaksi eläinyhteisöjen elämänlakien siirtäminen ilman muuta ihmis-yhteiskuntaan. Tuotanto johtaa pian siihen, että ns. struggle for existence 'ssä** ei enää olekaan kysymys puhtaista toimeentulon välineistä, vaan nautinto- ja kehittämistävälineistä. Jo tässä — kun on kysymys yhteiskunnallisesti tuotetuista kehittämistävälineistä — eläinkunnasta saadut käsitteet ovat täysin soveltumattomia. Lopulta kapitalistisen tuotantotavan vallitessa tuotanto pääsee niin korkealle, ettei yhteiskunta enää kykene kuluttamaan tuotettuja elin-, nautinto- ja kehittämistävälineitä, koska tuottajien suurelta

* — perustelujen takia. *Toim.*

** — olemassaolon taistelussa. *Toim.*

joukolta on käsiksi pääsy näihin tarvikkeisiin keinotekoisesti ja pakkovalloin estetty; joten siis joka kymmenes vuosi koittava pula palauttaa tasapainon tuhoamalla tuotettuja elin-, nautinto- ja kehittämistarvikkeita sekä suurelta osalta myös itse tuotantovoimia, niin että ns. olemassaolon taistelu saakin *seuraavanlaisen* muodon: *on varjeltava* porvarillisen kapitalistisen yhteiskunnan tuottamia tuotteita ja tuotantovoimia itse tämän kapitalistisen yhteiskuntajärjestelmän tuhoavaa ja hävittävää vaikutusta vastaan riistämällä yhteiskunnallisen tuotannon ja jakelun johtaminen siihen kyvyttömäksi käyneeltä hallitsevalta kapitalistiluokalta ja siirtämällä se tuottavalle kansanjoukolle, ja se onkin sosialistinen vallankumous.

Jo historian käsittäminen sarjaksi luokkataisteluja on paljon syvällisempää ja sisältörikkaampaa kuin sen paljas pelkistäminen olemassaolon taistelun vähän toisistaan eroaviksi vaiheiksi.

. . .

*Vertebrata.** Niiden oleellinen piirre: *koko ruumiin ryhmittyminen hermojärjestelmän ympärille.* Tämä on antanut mahdollisuuden kehittyä itsetietoisuuteen jne. Kaikilla muilla eläimillä on hermojärjestelmä sivuseikka, tässä se on koko organisaation perusta; hermojärjestelmä, kehittyneenä tietylle asteelle asti — matojen pääkyhmyyn piteneminen taaksepäin — ottaa valtaansa koko ruumiin ja järjestää sen tarpeittensa mukaisesti.

. . .

Kun Hegel siirtyy elämästä tajuntaan suvunjatkamisen (siittämisen) välityksellä,²⁶⁸ niin siinä on idussaan kehitysoppi, jonka mukaan, kun orgaaninen elämä kerran on annettu, sen on ke-

* — *Selkärangaiset. Toim.*

hityttävä sukupolvi sukupolvelta kohti ajattelevan olennon lajia.

. . .

Se, mitä Hegel nimittää vuorovaikutukseksi, on *orgaaninen kappale*, joka siksi muodostaa myös siirtymisen tietoisuuteen, so. välttämättömyydestä vapauteen, käsitteeseen. (Ks. »Logik», II, loppu.)²⁶⁹

. . .

Alkusysäyksiä luonnossa: Hyönteisvaltioita (tavallisimmat eivät ulotu pelkkien luonnonolojen ulkopuolelle), tässä jopa alkusysäys sosiaalisuuteen. Samoin tuottavat eläimet, joilla on työkaluelin (mehiläiset ym., majavat), mutta ne ovat kuitenkin sivuseikkoja ja ilman kokonaisvaikutusta. — Aikaisemmin jo korallien ja lampipolyyppien (Hydrozoa) siirtokunnat, joissa yksilö on korkeintaan ohimenevä vaihe ja lihalinen community* useimmiten täydellinen kehitystaste. Katso Nicholson.²⁷⁰ — Samoin ripsieläimet (Infusoria), korkein ja osittain sangen erinnyt muoto, johon yksi solu voi päästä.

. . .

Työ. — Tämä kategoria siirtyy mekaanisessa lämpöopissa kansantaloustieteestä fysiikkaan (sillä *fysiologisesti* se ei ole vielä alkuunkaan tieteellisesti määritelty), mutta tällöin aivan toisin määrättynä, mikä ilmenee jo siitäkin, että vain hyvin vähäinen ja toisarvoinen osa taloudellista työtä (kuorman kohottaminen ym.) voidaan ilmaista kilogrammametreinä. Siitä huolimatta on olemassa taipumus siirtää työn lämpöopillinen käsite takaisin tieteisiin, joista tämä kategoria on toisin määriteltyä lainattu. Esim.

* — yhdyskurta. *Toim.*

samaistaa se ilman muuta brutto* fysiologiseen työhön, kuten Fickin ja Wislicenusin Faulhorn²⁷¹-kokeessa, jossa ihmisruumiin, disons** 60 kg, nostamisen disons 2000 m korkeuteen, siis 120 000 kgm, pitäisi ilmaista suoritettu *fysiologinen* työ. Se, *miten* tämä nostaminen tapahtuu, aiheuttaa kuitenkin valtavan eroavuuden suoritettussa fysiologisessa työssä: suoranaisesti nostamalla kuormaa, kiipeämällä pystysuoria tikkaita vaiko 45 asteen kulmassa kohoavaa tietä taikka portaita (sotilaallisesti käyttökelvoton maasto) tai sitten tietä, jonka kaltevuus on $\frac{1}{18}$, siis pituus n. 36 km (tämä on kuitenkin kyseenalaista, jos kussakin tapauksessa sallitaan vain sama aika). Yhtäkaikki tähän kytkeytyy kuitenkin kaikissa käytännön tapauksissa myös etenevä liike, vieläpä aika huomattava, jos se muunnetaan suoraksi tieksi, eikä tätä voida fysiologisena työnä asettaa = 0. Eräin osin ei näytä oltavan vastahakoisia tuomaan myös kansantaloustieteeseen takaisin termodynaamista työn käsitettä, kuten darvinistien tapauksessa olemassaolon taistelu, mutta tällöin ei syntyisi muuta kuin hulluutta. Muutettakoon vaikkapa vain jokin skilled labour*** kilogrammetreiksi ja yritettäköön sen mukaan määrätä työpalkka! Fysiologisesti tarkastellen ihmisruumiiseen sisältyy elimiä, joita kokonaisuudessaan jossakin *yhdessä suhteessa* voidaan pitää termodynaamisina koneina, joiden sisään viedään lämpöä ja se muuttuu liikkeeksi. Mutta vaikka otaksuttaisiin ruumiin muiden elinten jäävän entiseen tilaansa, voidaan kuitenkin kysyä, voiko suoritettun fysiologisen työn, jopa nostamisen, ilmaista tyhjentävästi ilman muuta kilogramma-

* — karkeasti ottaen. *Toim.*

** — sanokaamme. *Toim.*

*** — ammattimiehen työ. *Toim.*

metreinä, sillä tapahtuuhan ruumiissa samanaikaisesti *sisäistä* suoritusta, joka ei näy tuloksessa? Ruumis ei ole mikään höyrykone, joka joutuu vain kitkan ja kulumisen kohteeksi. Fysiologinen työ on mahdollista vain itse ruumiissa jatkuvasti tapahtuvien kemiallisten muutosten ansiosta, ja se on riippuvainen myös hengitysprosessista ja sydämen työstä. Joka kerran, kun lihas vetäytyy kokoon ja veltostuu, tapahtuu hermoissa ja lihaksissa kemiallisia muutoksia, joita voitaisiin verrata höyrykoneen hiilen muutoksiin. Voitaisiin kyllä verrata keskenään kahta fysiologista työtä, jotka suoritetaan muutoin yhtäläisissä olosuhteissa, mutta ihmisen ruumiillista työtä ei voida mitata höyrykoneen ym. suorittamalla työllä: niiden ulkonaisia tuloksia kyllä, mutta ei itse prosesseja tekemättä huomattavia varauksia.

(Kaikki tämä on kovin ottein tarkistettava.)

[NIPPUJEN OTSIKOT JA SISÄLLYSLUETTELOT]²⁷²

[*Ensimmäinen nippu*]

Dialektiikka ja luonnontiede

[*Toinen nippu*]

Luonnon tutkiminen ja dialektiikka

- 1) Muistiinpanot: a) Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa.
b) »Mekaanisesta» luonnonsäilyksestä.
c) Nägelin kykenemättömyydestä tiedostaa äärettömyyttä.
- 2) »[Anti]-Dühringin» vanha esipuhe. Dialektiikasta.
- <3) Luonnontutkimus ja henkimaailma.>*
- 4) Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi.
- <5) Liikkeen perusmuodot.>*
- 6) Poisjätettyä »Feuerbachista».

* Käsikirjoituksessa tämä otsikko on pyyhitty yli, sillä Engels päätti siirtää vastaavan kirjoituksen kolmanteen nippuun.
Toim.

[*Kolmas nippu*]

Luonnon dialektiikka

- 1) Liikkeen perusmuodot.
- 2) Liikkeen kaksi mitta.
- 3) Sähkö ja magnetismi.
- 4) Luonnontutkimus ja henkimaailma.
- 5) Vanha johdanto.
- 6) Vuorovesikitka.

[*Neljäs nippu*]

Matematiikka ja luonnontiede. Erilaista

**SELITYKSIÄ
HAKEMISTOJA**

SELITYKSIÄ

[SUUNNITELMALUONNOKSIA]

- 1 Tämä »Luonnon dialektiikan» kokonaissuunnitelma on laadittu vuoden 1878 jälkeen, koska siinä mainitaan touko- ja kesäkuussa kirjoitettu »Anti-Dühringin» vanha esipuhe sekä heinäkuussa 1878 ilmestynyt E. Haeckelin kirjanen »Freie Wissenschaft und freie Lehre» (»Vapaa tiede ja vapaa opetus»). Suunnitelma on laadittu kuitenkin ennen vuotta 1880, koska siinä ei ole viittauksia sellaisiin vuosina 1880—1882 kirjoitettuihin »Luonnon dialektiikan» lukuihin kuin »Liikkeen perusmuodot», »Lämpö» ja »Sähkö». Kun verrataan tämän suunnitelman 11. kohdassa olevaa mainintaa saksalaisista porvarillisista darvinisteista E. Haeckelista ja O. Schmidtista ja Engelsin 10. elokuuta 1878 Lavroville kirjoittamaa kirjettä, niin voidaan olettaa, että suunnitelma on laadittu elokuussa 1878. — 20.
- 2 Kysymyksessä on »'Anti-Dühringin' vanha esipuhe. Dialektiikasta» (ks. tämän julkaisun sivuja 48—59). — 20.
- 3 Kysymyksessä on: 1) E. Du Bois-Reymondin Leipzigin saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 45. kongressissa 14. elokuuta 1872 tekemä selostus »Über die Grenzen des Naturerkennens» (»Luonnon tiedostamisen rajoista»); selostuksen ensimmäinen painos ilmestyi Leipzigin 1872; 2) K. Nägelin Münchenissä saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 50. kongressissa 20. syyskuuta 1877 tekemä selostus »Die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkenntniss» (»Luonnontieteellisen tiedostamisen rajat»), joka julkaistiin kongressin »Bulletinin» liitteenä. — 21.

- 4 Tarkoitetaan niiden luonnontieteellisen materialismin kannattajien mekanistisia katsomuksia, joiden tyypillinen edustaja oli E. Haeckel. Vrt. muistiinpanoa »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä» (tämän julkaisun sivut 308—314). — 21.
- 5 *Plastiduleiksi* E. Haeckel nimitti pieniä elävän alkuliman hiukkasia, joista kukin hänen oppinsa mukaan on hyvin monimutkaisen rakenteen ja eräänlaisen alkeellisen »sielun» omaava valkuaisainemolekyylä.
- Kysymys »plastidulin sielusta», tajunnan alkeiden olemassaolosta alkeellisten eliöiden ruumiissa, tajunnan ja sen materiaalisen substraatin suhteesta oli väittelyaiheena syyskuussa 1877 Münchenissä pidetyssä saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 50. kongressissa, jossa E. Haeckel, K. Nägeli ja R. Virchow kiinnittivät puheissaan suurta huomiota tuohon ongelmaan (syyskuun 18., 20. ja 22. päivän yleisistunnoissa). Haeckel omisti erikoisen luvun kirjassaan »Freie Wissenschaft und freie Lehre» (»Vapaa tiede ja vapaa opetus») tätä kysymystä koskevien katsomustensa puolustukselle Virchowin hyökkäilyiltä. — 21.
- 6 Engels tarkoittaa R. Virchowin selostusta »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat» (»Tieteen vapaus nykyisessä valtiossa»). Selostuksessaan Virchow kehotti rajoittamaan tieteen opetuksen vapautta. Virchowia vastaan esiintyi E. Haeckel, joka julkaisi kirjassaan »Freie Wissenschaft und freie Lehre» (»Vapaa tiede ja vapaa opetus»). — 21.
- 7 Heinä- ja elokuussa 1878 Engelsillä oli aikomus arvostella porvarillisten darvinistien esiintymisiä sosialismia vastaan. Siihen antoi aiheita tiedotus, että O. Schmidt selostaa »Darvinismin suhteesta sosialidemokratiaan» syyskuussa 1878 saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 51. Kasselin kongressissa. Engels luki tiedotuksen 18. heinäkuuta 1878 ilmestyneestä aikakauslehdessä »Nature» (XVIII n., n:o 455, s. 316). Kongressin jälkeen selostus julkaistiin kirjaseksi (O. Schmidt. »Darwinismus und Socialdemocratie». Bonn, 1878). Elokuun 10. pn tienoissa 1878 Engels sai E. Haeckelin kirjaseksi »Freie Wissenschaft und freie Lehre» (»Vapaa tiede ja vapaa opetus»), Stuttgart, 1878, jossa Haeckel koetti torjua darvinis-

miin kohdistetut moitteet sen yhteydestä sosialistiseen liikkeeseen ja esitti myös Schmidtin lausumia. Engels kertoi aikomuksestaan vastata noihin esiintymisiin 19. heinäkuuta 1878 päivätyssä kirjeessään Schmidtille ja 10. elokuuta päivätyssä kirjeessään Lavroville. — 21.

- 8 II. Helmholtz. »Populäre wissenschaftliche Vorträge». Zweites Heft, Braunschweig, 1871 (»Yleistajuisia tieteellisiä selostuksia». Toinen vihko, Braunschweig 1871). »Työn» fysikaalisesta käsitteestä Helmholtz puhuu pääasiallisesti vuoden 1862 luonnossaan »Über die Erhaltung der Kraft» (»Voiman säilymisestä») (ks. mainitun kirjan sivuja 137—179). Engels tarkastelee työn kategoriaa luvussa »Liikkeen mitta. — Työ» (ks. tämän kirjan sivuja 121—125). — 21.
- 9 Perusosaltaan tämä luonnos on luvun »Liikkeen perusmuodot» suunnitelma. Samalla sitä vastaa ryhmä temaattisesti ja kronologisesti toisiinsa sidottuja lukuja: »Liikkeen perusmuodot», »Liikkeen mitta. — Työ», »Vuorovesikitka», »Lämpö» ja »Sähkö». Kaikki nuo luvut on kirjoitettu vuosina 1880—1882. Osasuunnitelman luonnos on kirjoitettu aikaisemmin kuin ne, luultavasti 1880. — 22.

[ARTIKKELEITA JA LUKUJA]

Johdanto

- 10 Engelsin laatimassa »Luonnon dialektiikan» aineistojen kolmannen nipun sisältöluettelossa tätä »Johdantoa» sanotaan »Vanhaksi johdannoksi». »Johdannon» tekstissä on kaksi kohtaa, joiden mukaan voidaan määritellä sen kirjoittamis aika. Sivulla 36 Engels sanoo, että »solun keksimisestä ei ole vielä kulunut neljäkymmentä vuotta». Kun otetaan huomioon, että 14. heinäkuuta 1858 päivätyssä kirjeessään Marxille Engels osoittaa solun likipitäiseksi keksimisajaksi vuoden 1836, niin voidaan päätellä, että »Johdanto» on kirjoitettu ennen vuotta 1876. Toisaalta taas sivulla 39 Engels kirjoittaa: »vasta kymmenisen vuotta sitten tuli tunnetuksi, että täysin rakenteeton valkuaisaine suorittaa kaikkia oleellisia elintointoja» tarkoittaen moneereita, alkeellisia eliöitä, joita E. Haeckel kuvasi ensi kerran vuonna

1866 ilmestyneessä kirjassaan »Generelle Morphologie der Organismen» (»Eliöiden yleinen morfologia»). Tästä voidaan päätellä, että »Johdanto» on kirjoitettu suunnilleen 1876. »Johdannon» alkuperäinen hahmotelma (ks. tämän julkaisun sivuja 238—241) on tehty vuoden 1874 lopulla. Kaikkien mainittujen tosiseikkojen vertailu osoittaa, että »Johdannon» kirjoittamisajaksi voidaan määritellä vuosi 1875 tai 1876. On mahdollista, että »Johdannon» edellinen osa on kirjoitettu 1875 ja jälkimmäinen vuoden 1876 alkupuoliskolla. — 23.

- 11 Engels tarkoittaa Lutherin koraalia »Ein' feste Burg ist unser Gott» (»Jumala omi linnamme»). H. Heine sanoo tätä virttä »Uskonpuhdistuksen marseljeesiksi» teoksessaan »Zur Geschichte der Religion und Philosophie in Deutschland» (»Saksan uskonnon ja filosofian historia»), toinen osa. — 25.
- 12 Kopernikus sai kuolinpäivänään, 24. toukokuuta (vanhaa lukua) 1543, kappaleen vastajulkaistua kirjaansa »De revolutionibus orbium coelestium» (»Taivaan ympyröiden kiertoliikkeestä»), jossa esitettiin maailmankaikkeuden aurinkokeskinen järjestelmä. — 26.
- 13 1700-luvulla kemiassa vallinneiden katsomusten mukaan palamisprosessin aiheutti palamiskykyisissä kappaleissa oleva erityinen aine, flogiston, joka kappaleen palaessa poistui siitä. Koska kuitenkin oli tunnettua, että metallien paino lisääntyy, kun niitä hehkutetaan ilmassa, flogiston-teorian kannattajat väittivät flogistonilla olevan fyysisesti mahdottoman, kielteisen painon. Tuon teorian kumosi kuuluisa ranskalainen kemisti A. L. Lavoisier, joka selitti oikein palamisprosessin palavan aineen ja hapen yhtymisreaktioksi. Engels puhuu »'Anti-Dühringin' vanhan esipuheen» lopussa (ks. tämän julkaisun sivua 59) siitä myönteisestä osuudesta, jota flogiston-teoria esitti aikanaan. Hän tarkastelee seikkaperäisesti flogiston-teoriaa esipuheessaan »Pääoman» toiseen osaan. — 27.
- 14 Kant on selittänyt nebulaarihypoteesia, jonka mukaan aurinkokunta on muodostunut alkusumusta (lat. nebula — sumu), teoksessaan »Allgemeine

Naturgeschichte und Theorie des Himmels, ober Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt». Königsberg und Leipzig, 1755 («Yleinen luonnonhistoria ja taivaan teoria, eli tutkielma maailmankaikkeuden rakenteesta ja mekaanisesta alkuperästä Newtonin periaatteiden mukaisesti». Königsberg ja Leipzig 1755). Kirja julkaistiin anonyymina.

Laplace esitti ensi kerran hypoteesinsa aurinkokunnan synnystä teoksen »Exposition du système du monde». T. I—II, Paris, l'an IV de la République Française [1796] («Maailmanrakenteen kuvaus». Osat I—II, Pariisi, Ranskan Tasavallan IV vuosi [1796]) viimeisessä luvussa. Laplacen elinaikana valmistellussa teoksen viimeisessä, kuudennessa painoksessa, joka ilmestyi tekijän kuoleman jälkeen, 1835, hypoteesi esitetään viimeisenä, VII huomautuksena teokseen.

Vuonna 1864 englantilainen tähtitieteilijä W. Huggins, joka sovelsi laajalti tähtitieteeseen G. Kirchhoffin ja R. Bunsenin 1859 keksimää spektrianalyysia, todisti spektroskooppisen tutkimuksen avulla Kantin—Laplacen nebulaarihypoteesin edellyttämän alkusumun kaltaisten hehkuvien kaasupilvien olemassaolon maailmanavaruuksissa. — 30.

15

Kysymyksessä on ajatus, jonka I. Newton lausui pääteoksensa »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» («Luonnonfilosofian matemaattiset alkeet», 3. osa, Yleisopetus) toisen painoksen loppusanoissa. Newton kirjoitti: »Tähän asti olen selittänyt taivaan ilmiöitä ja meriemme nousuvesi-ilmiötä vetovoiman perusteella, mutta en ole osoittanut itsensä vetovoiman syytä.» Lueteltuaan sitten muutamia vetovoimaan liittyviä ominaisuuksia Newton jatkaa: »Noiden vetovoiman ominaisuuksien syytä en tähän mennessä ole kyennyt johtamaan ilmiöistä, hypoteeseja taas en keksi [hypotheses non fingo]. Kaikkea sitä, mikä ei juonnu ilmiöistä, on sanottava *hypoteesiksi*, korkeellisessa filosofiassa taas ei ole sijaa metafyyisille, fysikaalisille, mekanistisille hypoteeseille eikä piileville ominaisuuksille. — Tässä filosofiasa lausumat johdetaan ilmiöistä ja yleistetään johdattamalla» (ts. induktion tietä).

Tarkoittaen tätä Newtonin lausumaa Hegel

huomautti teoksessaan »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse» (»Filosofisten tieteiden ensyklopediassa»), § 98, 1. lisäys: »Newton... varoitti suoraan fysiikkaa, ettei tämä lankeaisi metafysiikkaan...» — 31.

- 16 »Luonnon dialektiikkaa» valmistellessaan Engels käytti W. R. Groven kirjaa »The Correlation of Physical Forces». 3rd ed., London, 1855 (»Fysiikaalisten voimien suhde». 3. painos, Lontoo 1855). Kirjan ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa 1846. Sen perustana oli Groven Lontoon instituutissa tammikuussa 1842 pitämä ja pian sen jälkeen julkaistu luento. — 33.

- 17 *Suikulainen (Amphioxus lanceolatus)* — pieni kalamainen eläin, selkärangattomien ja selkärankaisten välimuoto; elää useissa merissä ja valtamerissä.

Suomusalamanteri (Lepidosiren paradoxa) — keuhkokalojen alaluokkaan kuuluva eläin, jolla on sekä keuhkot että kidukset; elää Etelä-Amerikassa. — 35.

- 18 *Barramunda (Ceratodus Forsteri)* — keuhkokala, elää Australiassa.

Archaeopteryx — hyvin muinainen lintujen luokkaan kuulunut fossiilinen selkärankainen eläin, jolla oli samalla eräitä matelijain tunnusmerkkejä.

Engels turvautuu tässä H. A. Nicholsonin teokseen »A Manual of Zoology» (»Eläintieteen opas»), jonka ensimmäinen painos ilmestyi 1870. »Luonnon dialektiikkaa» valmistellessaan Engels käytti yhtä ensimmäisistä, viimeistään 1874 ilmestynyttä painosta. — 35.

- 19 Vuonna 1759 C. F. Wolff julkaisi väitöskirjansa »Theoria generationis» (»Polveutumisoppi»), jossa hän kumosi preformaatioteorian ja perusteli tieteellisesti epigeneesiteorian.

Preformaatio — täysi-ikäisen eliön muodostuminen valmiiksi jo muna- tai siittiösolussa. 1600- ja 1700-luvulla biologien keskuuteen levinneen preformaatioteorian kannattajien metafyyssisen näkemyksen mukaan alkiossa ovat kehittymättömässä muodossaan valmiina kaikki täysi-ikäisen eliön osat, ja näin ollen eliön kehitys rajoittuu jo olemassa olevien elinten pelkkään määrälliseen

kasvuun. Kehitystä taas sen varsinaisessa mielessä, kehitystä uudismuodostumana (epigeneesiä) ei tapahdu. Epigeneesiteorian perustajia ja kehittäjiä olivat useat suuret biologian tutkijat Wolfista Darwiniin. — 35.

20 C. Darwinin pääteos »Lajien synty» ilmestyi 24. marraskuuta 1859. — 35.

21 E. Haeckel. »Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen». 4. Aufl., Berlin, 1873 (»Luonnollinen luomishistoria. Yleistajuisia tieteellisiä luentoja polveutumisopista yleensä ja eritoten Darwinin, Goethen ja Lamarckin polveutumisopista. 4. painos, Berliini 1873). Kirjan ensimmäinen painos ilmestyi Berliinissä 1868.

Protistit (kreikk. *πρωτίστος* — kaikkein ensimmäinen) — Haeckelin luokittelun mukaan laaja alkueliöiden ryhmä, johon kuuluvat sekä yksisoluiset että solurakenteettomat eliöt ja joka muodostaa elimellisen luonnon kolmannen valtakunnan rinnan kahden monisoluisten (kasvien ja eläinten) muodostaman valtakunnan kanssa.

Moneerit (kreikk. *μονήρης* — yksinkertainen) — Haeckelin mukaan tumaton ja kerrassaan rakenteeton valkuaisainekokkare, jolle ovat ominaisia kaikki elintoiminnot: ravinnonotto, liikunta, ärsyyntyvyys, lisääntyminen. Haeckel jakoi moneerit alkuperäisiin, nykyään sukupuuttoon kuolleisiin moneereihin, jotka olivat syntyneet itsestään (archigoniset moneerit), ja nykyisiin, vielä eläviin moneereihin. Edelliset olivat elimellisen luonnon kolmen valtakunnan kehityksen lähtökohhta. Solu on kehittynyt historiallisesti archigonisesta moneerista. Jälkimmäiset kuuluvat protistikuntaan ja muodostavat sen ensimmäisen, alkeellisimman luokan. Haeckelin mukaan nykyisiä moneereja edustavat eri lajit: *Protamoeba primitiva*, *Protomyxa aurantiaca*, *Bathybius Haeckelii*.

Haeckel otti käyttöön »protistit» ja »moneerit» 1866 kirjassaan »Generelle Morphologie der Organismen» (»Eliöiden yleinen morfologia»), mutta ne eivät vakiintuneet tieteseen. Haeckelin protisteina pitämät eliöt luokitellaan nykyään joko kasveiksi tai eläimiksi. Moneerien olemassaolo ei ole

- myöhemminkään tullut todistetuksi. Yleisaate solurakenteisten eliöiden kehityksestä solua edeltä-neistä muodostelmista sekä ajatus alkuperäisten elävien olentojen luokittelusta kasveiksi ja eläimiksi ovat kuitenkin saaneet yleisen tunnustuksen tieteessä. — 36.
- 22 Tässä ja alempana Engels on käyttänyt seuraavia kirjoja: J. H. Mädler. »Der Wunderbau des Weltalls, oder Populäre Astronomie». 5. Aufl., Berlin, 1861 (»Maailmankaikkeuden ihmeellinen rakenne eli yleistajuinen tähtitiede». 5. painos, Berliini 1861) ja A. Secchi. »Die Sonne». Braunschweig, 1872 (»Aurinko». Braunschweig 1872). »Johdannon» toisessa osassa Engels käytti näistä kirjoista nähtävästi tammi- ja helmikuussa 1876 tekemiään muistiinpanoja (ks. tämän julkaisun sivuja 337—342). — 37.
- 23 *Eozoon canadense* — Kanadassa löydetty fossiili, jota pidettiin munaisten alkeellisten eliöiden jätteenä. Saksalainen eläintieteilijä K. Möbius kumosi 1878 väitteen tuon fossiilin elimellisestä alkuperästä. — 39.
- 24 Goethe, »Faust», I osa, kolmas näytös (»Faustin työhuone»). — 42.

»[Anti-]Dühringin» vanha esipuhe.

Dialektiikasta

- 25 Artikkelin on otsikoitu näin toisen nipun sisällysluettelossa. »Luonnon dialektiikan» aineistoja ryhmitellessään Engels sijoitti artikkelin mainittuun nippuun. Itsensä artikkelin käsikirjoituksessa on otsikkona vain yksi sana »Esipuhe» ja alkusivun yläosassa merkintä »Dühring, Mullistus tieteessä». Artikkelin on kirjoitettu toukokuussa tai kesäkuun alussa 1878 esipuheeksi »Anti-Dühringin» ensimmäiseen painokseen. Engels päätti kuitenkin alkuperäisen esipuheen asemesta antaa lyhyemmän (ks. F. Engels, »Anti-Dühring», Lahti 1951, ss. 11—14). Uusi, 11. kesäkuuta 1878 päivätty esipuhe on perusosaltaan sama kuin siinä käytetty vanhan esipuheen osa. — 48.
- 26 USA:n perustamisen satavuotisjuhlan merkeissä Philadelphiassa avattiin 10. toukokuuta 1876 kuu-

des maailman teollisuusnäyttely. Näyttelyyn osallistuneiden neljänkymmenen maan joukossa oli myös Saksa. Saksan hallituksen Saksan näyttelykomitean puheenjohtajaksi nimeämä Berliinin teollisuusakatemian johtaja professori F. Reuleaux oli kuitenkin pakotettu tunnustamaan, että Saksan teollisuus jää huomattavasti jälkeen muiden maiden teollisuudesta ja että se pitää ohjeenaan periaatetta »halpaa, mutta lahoa». Tuota lausuntoa pohdittiin laajalti lehdistössä. Muun muassa Volkstaat-lehti julkaisi heinä- ja syyskuun välisenä aikana monta artikkelia, jotka koskivat tuota skandaalimaista tapausta. — 50.

- 27 »Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München 1877». Beilage, S. 18. — 50.
- 28 Engels tarkoittaa R. Virchowin puhetta saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 50. kongressissa Münchenissä 22. syyskuuta 1877. Ks. R. Virchow. »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat». Berlin, 1877, S. 13 (»Tieteen vapaus nykyvaltiossa». Berliini 1877, s. 13). — 50.
- 29 A. Kekulé. »Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie». Bonn, 1878, S. 13—15. — 53.
- 30 »Hellät esteet» (holde Hindernisse) — sanonta Heinen runosarjasta »Neuer Frühling» (»Uusi kevät»), Prologi. — 55.
- 31 Ks. K. Marx, Pääoma. I osa, Petroskoi 1957, s. 47. — 58.
- 32 Ks. K. Marx, Pääoma. I osa, Petroskoi 1957, s. 47. — 58.
- 33 Kysymyksessä ovat seuraavat kirjat: J. B. J. Fourier. »Théorie analytique de la chaleur». Paris, 1822 (»Analyyttinen lämpöteoria». Pariisi 1822) ja S. Carnot. »Réflexions sur la puissance motrice de feu et sur les machines propres à développer cette puissance», Paris, 1824 (»Mietteitä tulen liikevoimasta ja koneista, jotka pystyvät kehittämään tuota voimaa». Pariisi 1824). Engelsin mainitsema C-funktio esiintyy Carnotin kirjan sivuilla 73—79 olevassa huomautuksessa. — 59.

Luonnontutkimus henkimaailmassa

- 34 Tällainen otsikko on artikkelin käsikirjoituksen ensimmäisellä sivulla. Engelsin laatiman kolmannen nipun sisällysluettelossa artikkeli on nimetty »Luonnon tutkimus ja henkimaailma». Todennäköisyyden mukaan artikkeli on kirjoitettu vuoden 1878 alussa. Tämä johtopäätös perustuu siihen, että Engels pitää artikkelissa (ks. tämän julkaisun sivua 70) »uusimpina ilmoituksina» tietoja, jotka koskevat F. Zöllnerin »kokeita». Zöllner teki solmuja lankaan, joka oli kummastakin päästä kiinnitetty pöytään; näitä »kokeita» hän teki 17. joulukuuta 1877. Engelsin artikkeli julkaistiin ensi kerran vasta hänen kuolemansa jälkeen sosialidemokraattisessa vuosijulkaisussa »Illustrirten Neue Welt-Kalender für das Jahr 1898», Hamburg, 1898, S. 56—59 (»Uusi kuvitettu kalenteri vuodeksi 1898», Ilampuri 1898, ss. 56—59). — 60.
- 35 Kysymyksessä on F. Baconin suunnittelema ensyklopedinen teos »Instauratio magna» (»Suuri tieteiden entistäminen»), lähinnä sen kolmas osa »Phaenomena universi, sive Historia naturalis et experimentalis ad condendam philosophiam» (»Luonnon ilmiöt eli filosofian perustaksi sopiva luonnollinen ja kokeellinen historia»). Bacon toteutti suunnitelmansa vain osittain. Hänen teoksensa kolmanteen osaan kuuluvat aineistot julkaistiin vuosina 1622—1623 Lontoossa yleisnimellä »Historia naturalis et experimentalis». — 60.
- 36 Tunnetuin I. Newtonin jumaluusopillisia aiheita käsittelevä teos oli hänen kuolemansa jälkeen 1733 julkaistu kirja »Observations on the Prophecies of Daniel and Apocalypse of St. John» (»Huomautuksia profeetta Danielin kirjan ja pyhän Johanneksen ilmestyksen johdosta»).
Johanneksen ilmestys eli Apokalypsis on yksi raamatun kirjoista. — 60.
- 37 A. R. Wallace. »On Miracles and Modern Spiritualism». London, Burns, 1875. Wallacen mainitun kirjan sivut, joita Engels lainaa tässä artikkelissaan, on merkitty hakasulkuihin. — 61.
- 38 *Mesmerismi* — tietenvastainen oppi eräänlaisesta »eläinmagnetismista». Se on saanut nimen perus-

- tajansa, itävaltalaisen lääkärin F. A. Mesmerin (1734—1815) mukaan. Mesmerismi levisi laajalti 1700-luvun lopulla ja oli varhaisimpia spiritistien edeltäjiä. — 61.
- 39 Itävaltalaisen lääkärin F. J. Gallin 1800-luvun alussa perustaman vulgääris-materialistisen opin — *frenologian* — mukaan ihmisen jokaisella psyykkisellä ominaisuudella on oma elimensä, joka sijaitsee aivojen määrätysosassa. Jokaisen psyykkisen ominaisuuden kehitys aiheuttaa sen elimen kasvun ja kohoaman muodostumisen vastaavassa pääkallon osassa, joten pääkallon muodon mukaan voidaan muka päätellä ihmisen psyykkisistä ominaisuuksista. Frenologian valelieteellisiä johtopäätöksiä ovat käyttäneet hyväkseen kaikenlaiset petkuttajat, muiden muassa spiritistit. — 61.
- 40 *Barataria* (espanjankielisestä sanasta *barato* — halpa) — olemattoman saaren nimi. Cervantesin romaanissa »Don-Quijote» (II osa, luvut 45—53) Baratariaksi sanottiin pientä kaupunkia, jonka oletetuksi kuvernööriksi määrättiin Don-Quijoten ascenkantaja Sancho Panza. — 62.
- 41 *Notting Hill* — Lontoon länsiosassa sijaitseva alue. — 65.
- 42 Tässä Engels on käyttänyt kirjaa: J. N. Maskelyne. »Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress, with some exposures of so-called spirit media». London, 1876, p. 71 (»Nykyaikainen spiritualismi. Lyhyt katsaus sen alkuperään ja kehitykseen sekä eräiden niin sanottujen spiritistimeedioiden paljastaminen», Lontoo 1876, s. 71). — 65.
- 43 »*The Echo*» (»Kaiku») — porvarillis-liberaalinen sanomalehti, ilmestyi Lontoossa vuodesta 1868 vuoteen 1907. — 66.
- 44 J. N. Maskelyne. »Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress, with some exposures of so-called spirit media», London, 1876, pp. 99—101. — 66.
- 45 *Talliumin* keksi W. Crookes vuonna 1861.
Radiometri (»Lichtmühle» — »valomylly») — koje, jonka avulla mitataan valonsäteiden voima

määritlemällä sen ohuen langan kiertokulma, johon on kiinnitetty säteilyn vaikutuksesta pyörivät kevyet siivet. Radiometrini rakensi Crookes 1873—1874. — 67.

- 46 J. N. Maskelyne. »Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress, with some exposures of so-called spirit media», London, 1876, pp. 141—142. — 67.

- 47 Tämä ja kaksi seuraavaa lainausta on otettu W. Crookesin artikkelista »The Last of 'Katie King'» (»'Katie Kingin' viimeinen ilmaantuminen»). »The Spiritualist» (»Spiritualisti») — englantilaisten spiritistien viikkolehti, jota julkaistiin Lontoossa 1869—1882. Vuodesta 1874 se ilmestyi »The Spiritualist Newspaper» (»Spiritualistinen Lehti») -nimisenä. — 68.

- 48 J. N. Maskelyne. »Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress, with some exposures of so-called spirit media», London, 1876, pp. 144—145. — 68.

- 49 Ch. M. Davies. »Mystic London». London, Tinsley Brothers, 1875, p. 319. — 69.

- 50 Tätä kappaletta kirjoittaessaan Engels on käyttänyt hyväkseen kirjaa: J. N. Maskelyne. »Modern Spiritualism. A short account of its rise and progress, with some exposures of so-called spirit media», London, 1876, pp. 118—119, 142—144, 146—153. — 70.

- 51 Kysymyksessä on Pietarin yliopiston fysikaalisen seuran 6. toukokuuta 1875 perustama »Valiokunta spiritististen ilmiöiden tutkimista varten». Se lopetti toimintansa 21. maaliskuuta 1876. Valiokuntaan kuului D. I. Mendelejev ja monia muita tunnettuja tiedemiehiä. Valiokunta kääntyi Venäjällä spiritismiä harjoittaneiden henkilöiden — A. N. Aksakovin, A. M. Butlerovin ja N. P. Wagnerin — puoleen ja kehotti esittämään tietoja »todellisista» spiritistisistä ilmiöistä. Valiokunta tuli siihen johtopäätökseen, että »spiritistiset ilmiöt ovat tajuttomien liikkeiden tai tietoisien petkutuksen aiheuttamia, ja spiritistinen oppi on taikauskoa», ja julkaisi johtopäätöksensä 25. maa-

liskuuta 1876 »Golos»-lehdessä. Mendelejev julkaisi valiokunnan aineistot kirjana «Материалы для суждения о спиритизме» («Aineistoa spiritismin arviointia varten»), Pietari 1876.

Teoksensa tässä kohdassa Engels käytti Maskelynen kirjaa, s. 169. — 70.

- 52 Paminan ja Papagenon dueton alku Mozartin oopperasta »Taikahuilu» (I näytös, 18. kohta). Saman dueton sanoja on lainattu seuraavassakin lauseessa. — 72.
- 53 Engels vihjaa niihin taantumuksellisiin hyökkäilyihin darvinismia vastaan, joita Saksassa oli paljon varsinkin vuoden 1871 Pariisin Kommuunin jälkeen. Jopa sellainenkin huomattava tiedemies kuin Virchow, joka aikaisemmin oli darvinismin kannattaja, esiintyi 1877 luonnontutkijoiden Münchenin kongressissa ja kehotti kieltämään darvinismin opetuksen, koska darvinismi hänen väittämiensä mukaan liittyi läheisesti sosialistiseen liikkeeseen ja oli siten vaarallinen olemassaolevalle yhteiskuntajärjestelmälle (ks. R. Virchow. »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat». Berlin, 1877, S. 12). — 72.
- 54 Roomassa julkaistiin 1870 dogmi paavin erehtymättömyydestä. Saksalainen katolinen teologi Döllinger kieltäytyi tunnustamasta tuota dogmia. Mainzin piispa Ketteler oli myös aluksi uuden dogmin julistamista vastaan, mutta hyvin pian tyytyi siihen ja muuttui sen innokkaaksi puolustajaksi. — 73.
- 55 Nämä sanat on otettu 29. tammikuuta 1869 päivätystä T. Huxleyn kirjeestä lontoolaiselle »Logiikan seuralle» («Dialectical Society»), joka kehotti häntä osallistumaan spiritistisiä ilmiöitä tutkivan komitean työhön. Huxley torjui kehoituksen ja teki ironisia huomautuksia spiritismitä. Kirje on julkaistu Daviesin kirjassa »Mystic London» («Mystinen Lontoo»), s. 389. — 74.

Dialektiikka

- 56 Tämä artikkeli on otsikoitu näin käsikirjoituksen alkusivulla. Käsikirjoituksen viidennellä ja yhdeksännellä sivulla, ts. toisen ja kolmannen arkin alussa, yläreunassa on merkintä »Dialektiset lait».

- Artikkeli on jäänyt keskeneräiseksi. Se on kirjoitettu 1879, aikaisintaan syyskuussa. Tämä kirjoitusaika on määritelty seuraavien tosiseikkojen perusteella. Artikkelissa on lainaus Roscoen ja Schorlemmerin teoksen »Ausführliches Lehrbuch der Chemie» (»Kemian seikkaperäinen oppikirja») toisen niteen lopusta. Sen toinen osa ilmestyi syyskuun alussa 1879. Toisaalta taas artikkelissa ei puhuta mitään skandiumin löydöstä (1879), josta Engels ei olisi voinut olla mainitsematta galliumin keksimisen yhteydessä, jos hän olisi kirjoittanut artikkelin vuoden 1879 jälkeen. — 75.
- 57 H. Heine. »Ueber den Denunzianten. Eine Vorrede zum dritten Theile des Salons». Hamburg, 1837, S. 15 (»Kantelijasta. Esipuhe 'Salongin' kolmanteen osaan». Ilampuri 1837, s. 15). — 77.
- 58 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 108, Lisäys. »Luonnon dialektiikka» valmistellessaan Engels käytti seuraavaa painosta: G. W. F. Hegel. Werke. Bd. VI, 2. Aufl., Berlin, 1843, S. 217. — 79.
- 59 Hegel. »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»). I kirja, III osasto, 2. luku, Huomautus mittasuhteiden solmukohtien esimerkeistä ja siitä, ettei muka luonnossa ole harppauksia. »Luonnon dialektiikka» kirjoittaessaan Engels käytti painosta: G. W. F. Hegel. Werke. Bd. III, 2. Aufl., Berlin, 1841, S. 433. — 79.
- 60 H. E. Roscoe und C. Schorlemmer. »Ausführliches Lehrbuch der Chemie». Bd. II, Braunschweig, 1879, S. 823. — 82.
- 61 Jaksollisuuden lain löysi D. I. Mendelejev 1869. Vuosina 1870—1871 Mendelejev kuvasi seikkaperäisesti muutamien jaksollisesta järjestelmästä puuttuvien alkuaineiden ominaisuudet. Tuollaisten alkuaineiden merkintää varten hän ehdotti sanskritin numeraaleja (esim. »eka» — »yksi»), jotka liitetään yhdysosana sen edellä olevan tunnetun alkuaineen nimeen, jonka jälkeen sijoittuvat vastaavat saman ryhmän puuttuvat alkuainect. Ensimmäinen Mendelejevin ennustamista alkuaineista, gallium, keksittiin 1875. — 82.

- 62 Viittaus tunnettuun kohtaukseen Molièren huvinäytelmässä »Porvari aatelismiehenä», II näytös, kuudes kohtaus. — 83.

Liikkeen perusmuodot

- 63 Tämä otsikko on »Luonnon dialektiikan» kolmannen nipun sisällysluettelossa. Kyseinen luku on kirjoitettu luultavasti 1880 tai 1881. — 84.
- 64 Engels viittaa seuraavaan julkaisuun: I. Kant. *Sämmtliche Werke*. Bd. I, Leipzig, 1867 (Kootut teokset. I nide, Leipzig 1867). Tämän niteen sivulla 22 on Kantin teoksen »Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte» (»Ajatuksia elävien voimien oikeasta arvioinnista») 10. pykälä. Pykälän perusväite julistaa: »Avaruuden kolmiulotteisuus johtuu nähtävästi siitä, että olemassaolevassa maailmassa substanssit vaikuttavat toisiinsa siten, että vaikutuksen voima on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön.» — 86.
- 65 H. Helmholtz. »Über die Erhaltung der Kraft». Berlin, 1847, Abschn. I u. II. — 87.
- 66 Tässä on kysymys liikkeen yleisestä määrästä, liikkeestä sen määrällisessä määriytyneisyydessä yleensä. »Liikkeen määrää» erikoisessa merkityksessä *mv* tarkoittaa saksan kielen termi »Bewegungsgröße». Tässä ja allaolevassa tekstissä Engels taas käyttää sanaa »Bewegungsmenge», joka annetaan hakasuluissa sen ja *mv*-suureen sekoittamisen välttämiseksi. Toisinaan Engels käyttää »Bewegungsmengen» asemesta sanontaa »die Masse der Bewegung» samassa kaikenlaisen liikkeen yleisen määrän merkityksessä. — 87.
- 67 Lainauksessa kursivointi on Engelsin. — 96.
- 68 Engels tarkoittaa Mayerin teoksia »Merkintöjä elottoman luonnon voimista» (julkaistu 1842) ja »Orgaaninen liikunta aineenvaihdunnan yhteydessä» (julkaistu 1845). Kumpikin teos sisältyi kirjaan: J. R. Mayer. »Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften». 2. Aufl., Stuttgart, 1874 (»Lämmön mekaniikka. Artikkelikokoelma». 2. painos, Stuttgart 1874). »Luonnon dialektiikkaa» kirjoittaessaan Engels käytti tätä painosta. — 97.

- 69 Engels tarkoittaa nähtävästi huomautusta »Muodollista perustetta» koskevaan pykälään Hegelin »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tieteen») toisessa kirjassa. Hegel ivasi tuossa huomautuksessa »muodollista tapaa selittää tautologisin perustein». Hegel kirjoitti: »Tuo selitystapa miellyttää nimenomaan suuren selvyytensä ja ymmärrettävyytensä vuoksi, sillä mikä voisi olla selvempää ja ymmärrettävämpää kuin esimerkiksi viittaus siihen, että kasvilla on perustanaan eräänlainen kasvullinen, ts. kasveja tuottava voima.» »Kun kysymykseen, miksi joku henkilö matkustaa kaupunkiin, esitetään se peruste, että kaupungissa sijaitsee häntä sinne vetävä voima», on tuo vastaus yhtä mieletön kuin »kasvullisen voiman» avulla annettu selitys. Hegel sanoi, että »tieteet varsinkin fysikaaliset, ovat täynnä tuollaisia tautologioita, jotka ovat ikään kuin tieteen etuoi-keus». — 99.
- 70 Hegel. »Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie» (»Luentoja filosofian historiasta»), I nide, I osa, I osasto, 1. luku, Thalesia koskeva kohta. »Luonnon dialektiikan» parissa työskennellessään Engels käytti painosta: G. W. F. Hegel. Werke. Bd. XIII, Berlin, 1833, S. 208. — 99.

Liikkeen mitta. — Työ

- 71 Tämä otsikko on kyseisen luvun tittelilehdellä ja itsensä luvun alkusivulla. »Luonnon dialektiikan» aineistojen kolmannen nipun sisällysluettelossa tämän luvun otsikkona on »Liikkeen kaksi mitta». Luku on kirjoitettu nähtävästi 1880 tai 1881. — 107.
- 72 H. Suter. »Geschichte der mathematischen Wissenschaften». Th. II, Zürich, 1875, S. 367. — 108.
- 73 Ks. Kantin teosta »Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte» (»Ajatuksia elävien voimien oikeasta arvioinnista»), § 92 (I. Kant. Sämtliche Werke. Bd. I, Leipzig, 1867, S. 98—99).
- »Acta Eruditorum» (»Tieteellinen julkaisu») — ensimmäinen saksalainen tieteellinen aikakauslehti, jonka perusti professori O. Mencke. Sitä julkaistiin latinankielisenä Leipzigissä vuodesta 1682 vuoteen 1732; vuodesta 1732 ilmestyi »Nova Acta Eruditorum» (»Uusi tieteellinen julkaisu»)

-nimisenä. Leibniz oli aikakauslehden toimekas avustaja. — 109.

- 74 Kautin tämän teoksen Königsbergissä julkaistun ensimmäisen painoksen tittelilehdellä on osoitettu julkaisuvuosi 1746, mutta todellisuudessa kirja valmistui ja ilmestyi painosta 1747, mikä näkyy muun muassa 22. huhtikuuta 1747 päiväystä omistuskirjoituksesta. — 109.
- 75 D'Alembert. »Traite de dynamique». Paris, 1743. — 110.
- 76 Apotti de Catelan (l'Abbé D. C.) julkaisi syyskuussa 1686 ja kesäkuussa 1687 aikakauslehdessä »Nouvelles de la République des Lettres» kaksi artikkelia, joissa esiintyi Leibniziä vastaan puolustaen Descartesin liikkeen mittaa (*mv*). Leibnizin vastausartikkelit julkaistiin samassa aikakauslehdessä vastaavasti helmikuussa ja syyskuussa 1687. »Nouvelles de la République des Lettres» (»Kirjallisuustasavallan uutuuksia») — tietellinen aikakauslehti, jota Pierre Bayle julkaisi Rotterdamissa vuodesta 1684 vuoteen 1687. H. Basnage de Beauval julkaisi tätä aikakauslehteä edelleen vuoteen 1709 asti »Histoire des ouvrages des Savants» (»Tieteellisten töiden historia») -nimisenä. — 112.
- 77 Tarkoitetaan pilajuttua miltei lukutaidottomasta preussilaisesta aliupseerista, joka ei mitenkään päässyt selville, missä tapauksessa on käytettävä datiiivimuotoa »mir» ja missä tapauksessa akkusatiivimuotoa »mich» (berliiniläiset sekoittavat usein nämä kaksi muotoa). Päästäkseen päänvai- vasta aliupseeri päätti käyttää palveluksessa aina »mir»-muotoa ja palveluksen ulkopuolella »mich»-muotoa. — 113.
- 78 W. Thomson and P. G. Tait. »Treatise on Natural Philosophy». Vol. I, Oxford, 1867. »Luonnon filosofiassa» tässä tarkoitetaan teoreettista fysiikkaa. — 113.
- 79 G. Kirchhoff. »Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik». 2. Aufl., Leipzig, 1877 (»Luentoja matemaattisesta fysiikasta. Mekaniikka». 2. painos, Leipzig 1877). — 114.

- 80 H. Helmholtz. »Über die Erhaltung der Kraft». Berlin, 1847, S. 9. — 114.
- 81 Engels laskee putoavan kappaleen nopeuden seuraavan kaavan mukaan: $v = \sqrt{2gh}$, jossa v on nopeus, g on painovoiman kiihtyvyys, h on korkeus, jolta kappale putoaa. — 115.
- 82 Kysymyksessä on eräs taistelu vuoden 1864 Tanskan sodan kaudelta, jolloin Tanskaa vastaan sotivat Preussi ja Itävalta.
 »Rolf Krake» — tanskalainen panssarilaiva, joka oli v. 1864 kesäkuun 29. päivän vastaisena yönä Alsin saaren rannikolla ja jonka tehtävänä oli estää preussilaisten joukkojen maihinnousu saarelle. — 118.
- 83 Nykyään on tarkempien mittausten perusteella hyväksytty lämmön mekaaniseksi ekvivalentiksi 426,9 *kgm.* — 119.
- 84 Engels tarkoittaa P. G. Taitin luentoa »Force» (»Voima»), jonka hän piti 8. syyskuuta 1876 Glasgowissa Britannian tieteen edistysseuran 46. kongressissa. Luento julkaistiin »Nature»-aikauslehden 360. numerossa 21. syyskuuta 1876.
 »Nature. A Weekly Illustrated Journal of Science» (»Luonto. Tieteellinen kuvitettu viikkolehti») — englantilainen luonnontieteellinen aikauslehti, jota julkaistaan Lontoossa vuodesta 1869. — 122.
- 85 A. Naumann. »Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie». Heidelberg, 1877, S. 7 (»Yleisen ja fysikaalisen kemian oppikirja». Heidelberg 1877, s. 7). — 124.
- 86 R. Clausius. »Die mechanische Wärmetheorie». 2. Aufl., Bd. I, Braunschweig, 1876, S. 18. — 124.

Vuorovesikitka

- 87 Tämän otsikon edellinen rivi on kyseistä lukua varten tarkoitettulla tittelilehdellä ja toinen rivi itsensä luvun alkusivulla. »Luonnon dialektiikan» aineistojen kolmannen nipun sisällysluettelossa tämän luvun otsikkona on »Vuorovesikitka». Luku on kirjoitettu nähtävästi 1880 tai 1881. — 126.

- 88 Ks. selitystä 78. — 126.
- 89 Edellä Thomson ja Tait puhuivat kappaleiden liikkeen suoranaisista vastuksista, ts. sentyyppisistä vastuksista kuin luodin lentoon vaikuttava ilman vastus. — 126.
- 90 Engels siteeraa Kantin teosta »Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihren Umdrehung um die Achse. wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe, und woraus man sich ihrer versichern könne» (»Tutkimus siitä, onko Maan akselinsa ympäri suorittamassa kiertoliikkeessä, joka aiheuttaa päivän ja yön vaihtumisen, tapahtunut Maan muodostumisen jälkeen muutosta, ja miten tuo muutos on todettavissa»). Ks. I. Kant. Sämmtliche Werke. Bd. I, Leipzig, 1867, S. 185. — 129.
- 91 Sama, ss. 182—183. — 129.

Lämpö

- 92 Luku on keskeneräinen. Se on kirjoitettu aikaisin-taan huhtikuun lopulla 1881 ja viimeistään puolivälissä marraskuuta 1882. Edellinen kirjoitusai-ka on määritelty sen mukaan, että Engels viittaa luvun toisessa osassa »Leibnizin ja Huygensin kirjeenvaihtoon Papinin kanssa», jonka E. Gerland julkaisi Berliinissä huhtikuussa 1881. Jälkimmäinen aikamäärä on perusteltavissa siten, että verrataan luvun ensimmäisen osan loppua Engelsin 23. marraskuuta 1882 päiväämään kirjeeseen Marxille. Vertaamalla voidaan todeta, että kyseinen luku on kirjoitettu aikaisemmin kuin tämä kirje (ks. selitystä 93). — 133.
- 93 Marxille 23. marraskuuta 1882 lähettämässään kirjeessä Engels teki olcellisen korjauksen kysymykseen sellaisen liikemuodon kuin sähkön mitasta. Engels nojasi tällöin mekaanisen liikkeen kahdenlaista mittaa koskevan ongelman ratkaisuun, jonka hän oli esittänyt luvussa »Liikkeen mitta. — Työ» sekä 24. elokuuta 1882 aikakauslehdessä »Nature» n:o 669 julkaistuun Wilhelm Siemensin puheeseen, jonka tämä oli pitänyt 23. elokuuta 1882 Southamptonissa Britannian tieteen

edistysseuran 52. kongressissa. Puheessaan Siemens ehdotti otettavaksi käyttöön sähkön uuden mittayksikön, wattin, joka ilmaisee sähkövirran todellista voimaa. Siksi mainitussa Marxille osoittamassaan kirjeessä Engels määritteli kahden sähköyksikön, voltin ja wattin, välisen eron sähköliikkeen määrässä ilmeneväksi eroavuudeksi niissä tapauksissa, kun sähköliike ei muutu toisiksi liikemuodoiksi ja kun se muuttuu toisiksi liikemuodoiksi. — 135.

- 94 Raamattu, Joosuan kirja, 5. luku. — 135.
- 95 »Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin». Herausgegeben von E. Gerland. Berlin, 1881 (»Leibnizin ja Huygensin kirjeenvaihto Papinin kanssa». Julkaissut E. Gerland. Berliini 1881). — 137.
- 96 Th. Thomson. »An Outline of the Sciences of Heat and Electricity». 2nd ed., London, 1840, p. 281. Ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa 1830. — 138.

Sähkö

- 97 G. Wiedemann. »Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus». 2. Aufl., Braunschweig, 1872—1874. Wiedemannin teos on kolmiosainen: 1) I osa — Oppi galvanismista; 2) II osa, 1. jakso — Sähködynamiikka, sähkömagnetismi ja diamagnetismi; 3) II osa, 2. jakso — Induktio ja loppuluku. Wiedemannin teoksen ensimmäinen painos ilmestyi kaksiosaisena Braunschweigissa 1861—1863; kolmas painos ilmestyi neliosaisena Braunschweigissa 1882—1885 ja sen nimenä oli »Sähköoppi». — 139.
- 98 Engels siteeraa G. C:n allekirjoittamaa Mascartin ja Joubertin kirjan »Electricity and Magnetism» (»Sähkö ja magnetismi») arvostelua, joka oli julkaistu 15. kesäkuuta 1882 aikakauslehdessä »Nature» n:o 659.
- Viittaus aikakauslehden mainittuun numeroon osoittaa, että Engels oli kirjoittanut artikkelinsa 1882. »Luonnon dialektiikan» aineistojen kolmannen nipun sisällysluettelossa artikkelin otsikkona on »Sähkö ja magnetismi». — 139.

- 99 Thomson esittää tämän Faradaylta lainaamansa sitaatin kirjansa toisen painoksen sivulla 400. Sitaatti on Faradayn teoksesta »Experimental Researches in Electricity», 12th Series (»Kokeellisia tutkimuksia sähköopin alalla», 12. sarja), joka oli julkaistu Lontoon »Kuninkaallisen seuran» aikakauslehdessä »Philosophical Transactions», 1838, s. 105. Thomson ei ole lainannut tarkasti sitaatin loppuosaa. Kun palautetaan Faradayn teksti, niin tämän kohdan käänös on seuraava: »kuin jos purkautuvien hiukkasten tilalla olisi metallilanka». — 142.
- 100 G. W. F. Hegel. Werke. Bd. VII, Abt. I, Berlin, 1842, S. 346, 348, 349. — 142.
- 101 Myöhemmin uusien kokeellisten tietojen, lähinnä Michelsonin kokeen (1881) antamien tietojen yleistämisen perusteella Einsteinin suhteellisuusteoriassa (1905) oli todettu, että valon etenemisnopeus tyhjiössä (c) on yleinen fysikaalinen konstantti ja on merkitykseltään ääri nopeus. Sähkövarauksen omaavien hiukkasten nopeus on aina pienempi kuin c . — 146.
- 102 Engels esittää Favren kokeet Wiedemannin kirjan mukaan, II osa, 2. jakso, ss. 521—522. — 150.
- 103 Ks. selitystä 83. — 150.
- 104 Tässä ja alempana Engels esittää J. Thomsenin lämpökemiallisten mittauksen tulokset A. Naumannin kirjan »Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie» (»Yleisen ja fysikaalisen kemian oppikirja») mukaan, julkaistu Heidelbergissä 1877, ss. 639—646. — 162.
- 105 Tässä ja alempana Wiedemann puhuu »suolahapon atomeista» tarkoittaen sen molekyyliä. — 164.
- 106 »Annalen der Physik und Chemie» (»Fysiikan ja kemian vuosikirjat») — saksalainen tieteellinen aikakauslehti, jota julkaistiin tämännimisenä Leipzigissä vuodesta 1824 vuoteen 1899 J. C. Poggenдорffin toimittamana (vuoteen 1877 asti) ja G. Wiedemannin toimittamana (vuodesta 1877); vuosittain ilmestyi kolme nidettä. — 167.

- 107 Kysymyksessä on seuraava pilajuttu. Kuultuaan vapaaehtoisalokkaalta, että tämä on filosofian tohtori, vanha majuri ei viitsinyt ottaa selville, mitä se merkitsee ja mikä ero on filosofian tohtorilla ja lääketieteen tohtorilla, vaan sanoi: »Minulle se on yhdentekevää, puoskari kuin puoskari (Pflasterkasten ist Pflasterkasten)». — 178.
- 108 Tässä ja alempana Engels on käyttänyt sanaa »Gewichtsteil» (»paino-osa»), mutta puhe on edelleenkin ekvivalenteista. — 181.
- 109 Tässä ja alempana Engels antaa Poggendorffin kokeiden tulokset Wiedemannin kirjan mukaan, I osa, ss. 368—372. — 182.
- 110 Tämän Berthelotin lämpökemiallisten mittausten tuloksen Engels antaa A. Naumannin kirjan »Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie» (»Yleisen ja fysikaalisen kemian oppikirja») mukaan, julkaistu Heidelbergissä 1877, s. 652. — 186.
- 111 Kysymys on kiväärin piipun aukon halkaisijan ja luodin halkaisijan välisestä erosta. — 189.
- 112 Tässä kappaleessa Engels esittää Raoulтин, Wheatstonen, Beetzin ja Joulen kokeissa saadut sähkömotorisen voiman mittausten tulokset Wiedemannin kirjan mukaan, I osa, ss. 390, 375, 385 ja 376. — 194.
- 113 *Ecce iterum Crispinus* (taas jälleen Crispinus) — näillä sanoilla alkaa Juvenalisin IV satiiri, jonka ensimmäisessä osassa ruoskitaan Crispinusta, yhtä Rooman keisarin Domitianuksen hovimiehistä. Kuvaannollisessa mielessä nämä sanat merkitsevät »jälleen sama henkilö» tai »jälleen yhtä ja samaa». — 194.
- 114 *Experimentum crucis* — kirjaimellisesti käännetty nä »ristikoe», saanut alkunsa Baconin käsitteestä instantia crucis (tapaus, tosiasia tai seikka, jotka ovat viittana tienristeyksessä); ratkaiseva koe, joka vahvistaa lopullisesti oikeaksi yhden esitetystä tietyn ilmiön selityksistä ja sulkee pois kaikki muut ehdotetut selitykset (ks. F. Bacon. »Novum organum», toinen osa, aforismi XXXVI). — 195.

- 115 »Kolmas liitossa» — Schillerin balladissa »Die Bürgschaft» esiintyvät sanat, jotka lausui tyranni Dionysios pyytäessään ottamaan hänet kahden uskollisen ystävän liittoon. — 202.

Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi

- 116 Näin Engels on nimittänyt tämän artikkelin »Luonnon dialektiikan» aineistojen toisen nipun sisällysluettelossa. Artikkelin oli alunperin suunniteltu johdannoksi laajempaan teokseen »Die drei Grundformen der Knechtschaft» (»Kolme orjuutuksen perusmuotoa»). Myöhemmin Engels muutti otsikon seuraavanlaiseksi: »Die Knechtung des Arbeiters Einleitung» (»Työntekijän orjuutus. Johdanto»). Koska teos jäi keskeneräiseksi, Engels antoi kirjoittamalleen johdannolle lopulta nimen »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi», joka vastaa käsikirjoituksen perusosan sisältöä. Artikkelin on kirjoitettu todennäköisesti kesäkuussa 1876. Tämän oletuksen puolesta puhuu 10. kesäkuuta 1876 päivätty W. Liebknechtin kirje Engelsille, jossa hän sanoo odottavansa hartaasti Engelsin lupaamaa artikkelia »Kolmesta orjuutuksen perusmuodosta» Volksstaat-lehteä varten. Artikkelin julkaistiin ensi kerran 1896 aikakauslehdessä »Neue Zeit» (Jahrgang XIV, Bd. 2, S. 545—554). — 210.
- 117 Ks. C. Darwin. »Ihmisen polveutuminen ja sukupuolivalinta», VI luku: Ihmisen sukulaisuudesta ja sukututkimuksesta (Ch. Darwin. »The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex». Vol. I, London, 1871). — 210.
- 118 Engels tarkoittaa saksalaisen munkin Labeo Notkerin (n. 952—1022) todistusta, joka on esitetty kirjassa: J. Grimm. »Deutsche Rechtsalterthümer». Göttingen, 1828, S. 488 (»Saksalaisen oikeuden muinaishistoriaa»). Göttingen 1828, s. 488). Tätä Notkerin todistusta Engels sitoeraa keskeneräisessä teoksessaan »Irlannin historia». — 218.
- 119 Tutkiessaan kysymystä inhimillisen toiminnan vaikutuksesta kasvillisuuden ja ilmaston muuttumiseen Engels käytti kirjaa: C. Fraas. »Klima und Pflanzenwelt in der Zeit». Landshut, 1847 (»Ilmasto ja kasvikuunta ajan taustalla». Landshut

1847). 25. maaliskuuta 1868 päivätyssä kirjees-
sään Marx kehotti Engelsiä tutustumaan tähän
kirjaan. — 223

- 120 Kysymyksessä on vuoden 1873 maailman talous-
pula. Saksassa pula alkoi toukokuussa 1873 »val-
tavalla romahduksella, joka oli pitkäaikaisen,
1870-luvun loppuun venyneen pulakauden alku-
soittoa. — 227.

[MUISTIINPANOJA JA KATKELMIA]

[Tieteen historiasta]

- 121 G. W. F. Hegel. Werke. Bd. XIII, Berlin, 1833.
— 230.
- 122 Myöhemmin on todistettu, että teos »De placitis
philosophorum» (»Filosofien näkemyksistä») ei ole-
kaan Plutarkhoksen, vaan jonkun tuntemattoman
(ns. »Pseudo-Plutarkhoksen») tekemä. Se on pe-
räisin Aetiukselta, joka eli vuoden 100 paikkeil-
la. — 232.
- 123 Raamattu, ensimmäinen Mooseksen kirja, 2. luku,
7. värsy. — 233.
- 124 Tämä muistiinpano on tehty Marxin käsialalla ja
se koostuu lainauksista, jotka on otettu Tauchnit-
zin julkaisemista Aristoteleen teoksesta »Metafy-
siikka» sekä Diogenes Laërtioksen kompilaatioteok-
sesta »Kuuluisien filosofien elämästä, käsityksistä
ja opetuksista». Kirjoitelma on laadittu ennen
kesäkuuta 1878, koska siinä esitettyjä Epikurosta
koskevia lainauksia Engels on käyttänyt »Anti-
Dühringin» vanhassa esipuheessa (ks. tämän jul-
kaisun sivuja 52—54). Lainauksissa kaikki al-
leviivaukset ovat Marxin tekemiä. — 234.
- 125 »Metafysiikan» uusimmissa painoksissa IX kirjaa
sanotaan X kirjaksi. — 235.
- 126 R. Wolf. »Geschichte der Astronomie». München,
1877 (»Astronomian historia». München 1877).
Mädlerin kirjasta ks. selitystä 22. — 235.
- 127 Tämä muistiinpano on »Johdannon» alkuperäinen
hahmotelma (ks. tämän julkaisun sivuja 23—47).
— 238.

- 128 »Itsenäisyysjulistuksessa», jonka hyväksyivät Pohjois-Amerikan 13 englantilaisen siirtokunnan edustajat Philadelphian kongressissa 4. heinäkuuta 1776, sanotaan, että Pohjois-Amerikan siirtokunnat eroavat Englannista ja muodostavat itsenäisen tasavallan — Amerikan Yhdysvallat. — 239.
- 129 Tämä katkelma on otsikoitu näin »Luonnon dialektiikan» aineistojen toisen nipun sisällysluettelossa. Se käsittää Engelsin »Ludwig Feuerbach ja klassillisen saksalaisen filosofian loppu» -teoksen alkuperäisen käsikirjoituksen neljä sivua, joissa on numerot 16, 17, 18 ja 19. Sivun 16 yläosaan on kirjoitettu Engelsin käsialalla: *Aus »Ludwig Feuerbach» (»Ludwig Feuerbachista»)*. Katkelma sisältyi »Ludwig Feuerbachin» II lukuun ja sen kuului olla välittömästi 1700-luvun ranskalaisten materialistien kolmen huomattavimman »rajoittuneisuuden» luonnehdinnan jäljessä. Muokatessaan lopullisesti »Ludwig Feuerbachin» käsikirjoitusta Engels poisti nuo neljä sivua ja korvasi ne toisella tekstillä. Katkelman perussisällön (1800-luvun luonnontieteen kolme suurta löytöä) hän esitti suppeasti »Ludwig Feuerbachin» IV luvussa. Koska Engelsin tämä teos julkaistiin aluksi »Neue Zeit» -aikakauslehden huhti- ja toukokuun numeroissa v. 1886, niin katkelman kirjoitusajaksi voidaan määritellä vuoden 1886 alkuneljännes. Katkelman teksti alkaa keskeltä lausetta. »Neue Zeitissa» julkaistun tekstin mukaan palautettu lauseen alku annetaan hakasuluissa. — 242.
- 130 Tämä sitaatti on esitetty kirjassa: C. N. Starcke. »Ludwig Feuerbach». Stuttgart, 1885, S. 154—155. Se on otettu Feuerbachin teoksesta »Die Unsterblichkeitsfrage vom Standpunkt der Anthropologie» (»Kuolemattomuusongelma antropologian kannalta»), joka on kirjoitettu 1846 ja julkaistu kirjassa: L. Feuerbach. *Sämmtliche Werke*, Bd. III, Leipzig, 1847, S. 331 (Kootut teokset. III osa, Leipzig 1847, s. 331). — 246.
- 131 Engels tarkoittaa Feuerbachin aforismeja, jotka julkaistiin hänen kuolemansa jälkeen kirjassa: K. Grün. »Ludwig Feuerbach in seinem Briefwechsel und Nachlass sowie in seiner Philosophischen Charakterentwicklung». Bd. II, Leipzig und Heidelberg, 1874, S. 308 (»Ludwig Feuerbach,

hänen kirjeenvaihtonsa ja kirjallinen jäämistönsä sekä hänen filosofisen kehityksensä erittelyä». II osa, Leipzig ja Heidelberg 1874, s. 308). Nämä aforismit on esitetty Starcken kirjan sivulla 166. Vrt. F. Engels, »Ludwig Feuerbach ja klassillisen saksalaisen filosofian loppu», II luku. — 247.

- 132 *Stre, je n'avais pas besoin de cette hypothèse* (Halitsija, en tarvinnut tuota hypoteesia) — tämä on Laplacen vastaus Napoleonin kysymykseen, miksi Laplace ei edes maininnut maailman luoja nimeä teoksessaan »*Traité de la mécanique céleste*». — 247.
- 133 Engels tarkoittaa J. Tyndallin 19. elokuuta 1874 pitämää avauspuhetta Britannian tieteen edistysseuran 44. kongressissa Belfastissa. Puhe julkaisiin 20. elokuuta 1874 aikakauslehdessä »*Nature*» n:o 251. Engels luonnehti seikkaperäisemmin tuota Tyndallin puhetta 21. syyskuuta 1874 päivätyssä kirjeessään Marxille. — 248.
- 134 Siitä, että tietämättömyys ei ole todistus, Spinoza puhuu »*Etiikassaan*» (ensimmäinen osa, lisäys) esiintyen niitä pappis-teleologisen luonnonkäsitetyksen edustajia vastaan, jotka asettivat »jumalan tahdon» kaikkien ilmiöiden alkusyyksi ja joiden ainoana todistuskeinona oli vetoaminen muiden syiden tietämättömyyteen. — 248.

[Luonnontiede ja filosofia]

- 135 Katkelma, jonka otsikkona on »*Büchner*», on kirjoitettu aikaisemmin kuin muut »*Luonnon dialektiikan*» osat. Se on Engelsin käsikirjoituksen ensimmäiseen nippuun kuuluvien muistiinpanojen alkuna. Tämä katkelma on nähtävästi konsepti teosta varten, joka Engelsillä oli aikomus kirjoittaa vulgäärin materialismin ja sosiaalidarvinismin edustajaa L. Büchneriä vastaan. Katkelman sisälöstä ja Engelsin omistamaan Büchnerin kirjaan »*Der Mensch und seine Stellung in der Natur*» (»Ihminen ja hänen paikkansa luonnossa») (toinen painos ilmestyi vuoden 1872 lopulla) tekemistään reunahuomautuksista päätellen Engelsillä oli aikomus arvostella ennen kaikkea tätä Büchnerin teosta. W. Liebknechtin 8. helmikuuta 1873 Engelsille lähettämässä kirjeessä olevan lakonisen

sanonnan mukaan (»Mitä Büchneriin tulee, niin anna tulla!«) voidaan olettaa, että Engels oli juuri sitä ennen tiedottanut Liebknechtille aikomuksistaan. Tämän perusteella voidaan olettaa, että kyseinen katkelma on kirjoitettu vuoden 1873 alussa. — 249.

- 136 Engels viittaa seuraavaan Hegelin teoksen »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften« (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia«) toisen painoksen esipuheesta otettuun kohtaan: »Lessing sanoi aikanaan, että Spinozaan suhtaudutaan kuin kuolleen koiraan.« Hegel tarkoitti Lessingin ja Jacobin keskustelua 7. kesäkuuta 1780. Tuon keskustelun kuluksi Lessing sanoi: »Ihmisethän puhuvat yhä vielä Spinozasta kuin kuolleesta koirasta.« Ks. F. H. Jacobi. Werke, Bd. IV, Abt. I, Leipzig, 1819, S. 68 (Teokset, IV nide, I osasto, Leipzig 1819, s. 68).

Ranskalaisista materialisteista Hegel puhuu yksityiskohtaisesti »Filosofian historiansa« III osassa. — 249.

- 137 Engels viittaa kirjaan: L. Büchner. »Der Mensch und seine Stellung in der Natur in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft«. 2. Aufl., Leipzig, 1872 (»Ihminen ja hänen paikkansa luonnossa menneisyydessä, nykyisyydessä ja tulevaisuudessa«. 2. painos, Leipzig 1872). Tämän kirjan sivuilla 170—171 Büchner sanoo, että ihmiskunnan vähitellen tapahtuvan kehityksen kuluksi koittaa hetki, jolloin luonto tajuaa itsensä ihmisessä ja tuosta hetkestä lähtien ihminen lakkaa alistumasta passiivisesti luonnon sokeille laeille ja muuttuu luonnon herraksi, ts. tuona hetkenä Hegelin sanonnan mukaan tapahtuu määrän muuttuminen laaduksi. Engelsin omistamassa Büchnerin kirjassa tämä kohta on merkitty viivalla ja varustettu reunahuomauksella: Umschlag! (äkkikäännös, muuttuminen). — 250.

- 138 Engels tarkoittaa Newtonin filosofisten katsomusten rajoittuneisuutta. Newton yliarvioi toispuolisesti induktiomenetelmän ja suhtautui kielteisesti hypoteeseihin, mikä tuli ilmi hänen tunnetuista sanoistaan: »Hypotheses non fingo« (»Hypoteeseja en keksi«). Ks. selitystä 15. — 252.

- 139 Nykyään pidetään varmana sitä, että Newton

löysi differentiaali- ja integraalilaskennan Leibnizistä riippumatta ja aikaisemmin kuin tämä, mutta Leibniz, joka niin ikään teki tuon löydön itsenäisesti, esitti sen täydellisimmässä muodossa. Kahden vuoden kuluttua tämän katkelman kirjoittamisen jälkeen Engels esitti selvemmän käsityksen tästä kysymyksestä (ks. tämän julkaisun sivua 317). — 252.

- 140 Engels tarkoittaa seuraavaa kohtaa Hegelin kirjassa »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 5, Huomautus: »Muiden tieteiden suhteen pidetään tarpeellisena niiden tutkimista, ja ainoastaan niiden tuntemuksen katsotaan myöntävän oikeuden niiden arvioimiseen. Myönnetään myös, että kengän valmistamiseksi on perehdyttävä suutarin työhön ja harjoiteltava sitä... Filosofointia varten ainoastaan ei pidetä välttämättömänä sellaisen tutkimisen ja työn tarvetta.» — 252.
- 141 Hegel »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 6, Huomautus: »Parhaiten todellisuuden erottaa ajatuksesta järki, joka pitää abstraktioidensa unelmia jonakin todellisena ja on ylpeä *velvoituksesta*, jota se erittäin halukkaasti tyrkyttää myös politiikan alalla, ikään kuin maailma odottaisikin vain sitä saadakseen tietää, millainen sen on oltava, mutta millainen se ei ole.» — 252.
- 142 Sama, § 20, Huomautus. — 252.
- 143 Sama, § 21, Lisäys. — 252.
- 144 Tarkoitetaan Hegelin mieltä, jotka koskevat naiivin välittömyyden tilasta refleksioon tilaan siirtymistä niin yhteiskuntahistoriassa kuin yksilön kehityksessäkin: »tajuksen heräämisen syynä on itsensä ihmisen olemus, ja tuo prosessi toistuu jokaisessa henkilössä» (»Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 24, 3. lisäys). — 252.
- 145 W. Thomson nimittää »matemaattiseksi runoelmaksi» ranskalaisen matemaatikon J. B. J. Fourierin kirjaa »Théorie analytique de la chaleur» (»Analyttinen lämpöteoria»). Ks. Maan jäähty-

- mistä koskevaa liitettä kirjaan: W. Thomson and P. G. Tait. »Treatise on Natural Philosophy». Vol. I, Oxford, 1867, p. 713. Engelsin laatimissa muistiinpanoissa Thomsonin ja Taitin kirjasta tämä kohta on kirjoitettu täydellisesti ja alleviivattu. — 253.
- 146 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 130, Huomautus; »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»), II osa, II osasto, 1. luku, Huomautus materian huokoisuudesta. — 253.
- 147 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 103, Lisäys. Hegel polemisoi tässä niiden fyysikkojen kanssa, jotka selittivät kappaleiden ominaispainon eroavuuden johtuvan siitä, että »kappale, jonka ominaispaino on kaksi kertaa suurempi kuin toisen kappaleen, sisältää kaksi kertaa enemmän atomeja kuin tuo toinen kappale». — 253.
- 148 R. Owen. »On the Nature of Limbs». London, 1849, p. 86. — 253.
- 149 E. Haeckel. »Natürliche Schöpfungsgeschichte». 4. Aufl., Berlin, 1873 (»Luonnollinen luomishistoria». 4. painos, Berliini 1873). — 254.
- 150 Tämä Engelsin muistiinpano koskee kirjasta: A. W. Hofmann. »Ein Jahrhundert chemischer Forschung unter dem Schirme der Hohenzollern». Berlin, 1881.
Sivulla 26 Hofmann esittää seuraavan sitaatin Rosenkranzin kirjasta »Tieteen järjestelmä», § 475: »Platina ei ole mitään muuta kuin hopean paradoksaalinen toivomus saavuttaa jo se korkein metallisuuden aste, joka kuuluu yksinomaan kullalle» (R. Rosenkranz. »System der Wissenschaft». Königsberg, 1850, S. 301).
Hofmann puhuu sivuilla 5 ja 6 Preussin kuninkaan Fredrik Vilhelm III »ansioista» juurikassokerin tuotannon järjestämisessä. — 254.
- 151 Cassini (Engelsin käsikirjoituksessa tämä sukunimi on monikollisena: die Cassinis) — ranskalainen tähtitieteilijäperhe: 1) Italiasta muuttanut Giovanni Domenico Cassini (1625—1712), Pariisin observatorion ensimmäinen esimies, 2) hänen poikansa Jacques Cassini (1677—1756), 3) viimeksi

- mainitun poika César François Cassini de Thury (1714—1784) ja 4) jälkimmäisen poika kreivi Jacques Dominique Cassini (1748—1845). Kaikki neljä olivat toisensa jälkeen Pariisin observatorion esimiehenä (vuodesta 1669 vuoteen 1793). Kolmella ensimmäisellä oli väärä, Newtonin kannan vastainen käsitys maapallon muodosta, ja ainoastaan viimeinen neljästä Cassinista joutui maan kokoa ja muotoa täsmäntävien tarkempien mittausten vakuuttamana tunnustamaan oikeaksi Newtonin johtopäätöksen siitä, että maapallo on litistynyt kiertoakselinsa suunnan mukaisesti. — 254.
- 152 Th. Thomson. »An Outline of the Sciences of Heat and Electricity». 2nd ed., London, 1840. — 254.
- 153 E. Haeckel. »Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen». Leipzig, 1874, S. 707—708 (»Antropogenia eli ihmisen kehityshistoria». Leipzig 1874, ss. 707—708). — 255.
- 154 Haeckel (»Natürliche Schöpfungsgeschichte», 4. Aufl., Berlin, 1873, S. 89—94) tähdentää Kantin kirjassa »Teleologischen ajattelukyvyn arvostelua» (kirjan »Kritik der Urteilskraft» (»Ajattelukyvyn arvostelua») toisessa osassa) esiintyvää »mekaanisen selitystavan» ja teleologian välistä ristiriitaa, ja tätä jälkimmäistä Haeckel kuvaa päinvastoin kuin Kant ulkoisia tarkoituksia, ulkoista tarkoituksenmukaisuutta koskeväksi opiksi. Hegel taas tarkastellessaan teoksensa »Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie» (»Filosofian historia») III niteessä, III osassa, 4. luvun Kantia koskevassa kohdassa (Werke, Bd. XV, Berlin, 1836, S. 603) samaa Kantin »Kritik der Urteilskraft» -teoksen toista osaa asettaa etualalle Kantin »sisäisen tarkoituksenmukaisuuden» käsitteen, jonka mukaan elimellisessä oliossa »kaikki on tarkoitusta ja toinen toisensa suhteen myös keino» (Hegelin lainaus Kantilta). — 255.
- 155 Hegel. »Wissenschaft der Logik», III Th., III Abt., Kap. 3. »Luonnon dialektiikka» kirjoittaessaan Engels käytti painosta: G. W. F. Hegel. Werke, Bd. V, 2. Aufl., Berlin, 1841. — 256.
- 156 Sama, III osasto, 1. luku. — 257.

- 157 Ts. kun »metafysiikkaa» ei käsitetä sen vanhassa merkityksessä filosofiseksi ajatteluksi yleensä, kuten käsitti esim. Newton (ks. selitystä 15), vaan sen nykyisessä merkityksessä metafyyksiseksi ajateltavaksi. — 258.

[Dialektiikka]

[a) Dialektiikan yleisiä kysymyksiä. Dialektiikan peruslait]

- 158 *Compsognathus* — hirmuliskojen Theropoda-ryhmään kuulunut sukupuuttoon kuollut eläin, matelija, lantioiden ja takaraajojen rakenne samankaltainen kuin linnuilla (H. A. Nicholson. »A Manual of Zoology». 5th ed., Edinburgh and London, 1878, p. 545).
Archaeopteryx — ks. selitystä 18. — 261.
- 159 Engels tarkoittaa onteloeläinten lisääntymistä silmukoimalla tai strobilaation avulla. — 261.
- 160 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse». § 135, Lisäys: »Elävän ruumiin jäseniä ja elimiä ei pidä tarkastella ainoastaan sen osina, sillä ne ovat sitä, mitä ne ovat ainoastaan niiden ykseydessä eivätkä ole lainkaan välinpitämättömiä tuon ykseyden suhteen. Nuo jäsenet ja elimet muuttuvat pelkästään osiksi vasta anatomien käsissä, mutta silloin hän ei ole enää tekemisissä elävien, vaan kuolleiden olentojen kanssa.» — 262.
- 161 Sama, § 126, Lisäys. — 262.
- 162 Sama, § 117, Lisäys. — 263.
- 163 Sama, § 115, Huomautus. Tässä Hegel puhuu siitä, että jo itse arvostelman muoto viittaa subjektin ja predikaatin väliseen eroon. — 264.
- 164 Tässä Engels viittaa R. Clausiuksen kirjaan »Die mechanische Wärmetheorie», 2-te umgearbeitete Auflage, I Band, Braunschweig, 1876. Tämän kirjan sivuilla 87—88 puhutaan »myönteisistä ja kielteisistä lämpöääristä». — 266.
- 165 Engels tarkoittaa kirjaa: J. Grimm. »Geschichte

der deutschen Sprache». 4. Aufl., Leipzig, 1880 (»Saksan kielen historia». 4. painos, Leipzig 1880); kirjan ensimmäinen painos ilmestyi Leipzigissä 1848. Engels puhuu tarkemmin frankkilaisesta murteesta vuosina 1881—1882 kirjoittamassaan erityisessä teoksessa »Frankkilainen murre». Tämä muistiinpano on tehty nähtävästi noin 1881. — 266.

- 166 *Kismet* — termi, joka merkitsee muhamettilaisilla, etenkin turkkilaisilla, ennalta määrättyä osaa, kohtaloa. — 269.
- 167 Kysymyksessä on Darwinin pääteos »Lajien synty luonnollisen valinnan kautta» (1859). — 271.
- 168 Lainaus Heinen satiirisesta runoelmasta »Disputation», jossa kuvataan keskiajalla tapahtunutta kiistaa kahden katolilaisen kapusiinimunkin ja oppineen juutalaisen rabbiin välillä. Kiistan kullussa jälkimmäinen viittasi juutalaisten uskonnolliseen kirjaan »Tausves Jontofiin». Vastaukseksi siihen kapusiini lähetti »Tausves Jontofin» helvettiin. Silloin suuttunut rabbiini huusi raivoissaan: »'Tausves Jontof' ei päde enää? Mikä sitten pätee? Apua, apua!» — 272.
- 169 G. W. F. Hegel. Werke. Bd. III, 2. Aufl., Berlin, 1841. Kaikki alleviivaukset lainauksissa ovat Engelsin tekemiä. — 272.
- 170 Kysymyksessä on seuraava kohta Hegelin »Phänomenologie des Geistes»-teoksen esipuheesta: »Nuppu häviää, kun aukeaa kukka, ja voitaisiin sanoa, että kukka kumoaa sen; aivan samoin hedelmän ilmaantuessa kukka tunnustetaan kasvin valheelliseksi läsnäoloksi, ja sen totuutena esiintyy kukan asemesta hedelmä.» Engels on siteerannut »Phänomenologie des Geistes» seuraavan painoksen mukaan: G. W. F. Hegel. Werke. Bd. II, 2. Aufl., Berlin, 1841. — 272.

(b) Dialektinen logiikka ja tietoteoria.
»Tiedostamisen rajoista»]

- 171 *Dido* — Engelsin koira, josta hän mainitsee 16. huhtikuuta 1865 ja 10. elokuuta 1866 päivätyissä kirjeissään Marxille. — 273.

- 172 Hegel selittää logiikan jaottelun (kolme osaa: oppi olemisesta, oppi olemuksesta ja oppi käsitteestä) ja arvostelmien nelijäsenisen luokittelun vastaavutta seuraavalla tavalla: »Arvostelmien eri lajit määräytyvät itsensä loogisen ajatuksen yleisistä muodoista. Tämän mukaan saamme aluksi kolme tärkeintä arvostelmalajia, jotka vastaavat olemisen, olemuksen ja käsitteen astetta. Toinen näistä päälajeista on erilaistumisasteena ilmenevän olemuksen luonnetta vastaavasti itse vuorostaan kaksinainen sisäisesti» (Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse», § 171, Lisäys). — 274.
- 173 Määritteet »yksiköllinen», »osittainen», »yleinen» (singulär, partikulär, universell) merkitsevät tässä muodollisen logiikan mielessä vastaavasti yksittäistä, erityistä ja yleistä erotukseksi dialektiikan kategorioista »yksittäinen», »erityinen» ja »yleinen» (Einzelnes, Besonderes, Allgemeines). — 275.
- 174 Engels osoittaa Hegelin »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tieteen») kolmannen kirjan arvostelmaa koskevan luvun kaikki sivut. — 275.
- 175 Kysymyksessä on Hegelin »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tieteen») kolmas kirja. — 277.
- 176 Haeckel kertoo »Natürliche Schöpfungsgeschichte»-teoksensa neljännen painoksen sivuilla 75—77 siitä, miten Goethe löysi ihmisen välileuan. Haeckelin mukaan Goethe totesi aluksi induktion tietä: »kaikilla nisäkkäillä on välileuka» ja sitten teki tästä deduktiivisen päätelmän: »ihmiselläkin siis on tämä luu», sen jälkeen tämä johtopäätös vahvistettiin kokeellisesti (Goethe löysi välileuan ihmiseltä sikiökaudella ja erinäisissä atavistisissa tapauksissa aikuisilta). Haeckelin mainitsemaa induktiota Engels sanoo vääräksi siksi, että se oli ristiriidassa sen oikeaksi tunnustetun väittämän kanssa, että ihmisnisäkkäillä ei ole välileukaa. — 278.
- 177 Engels tarkoittaa nähtävästi kumpaakin W. Whewellin pääteosta: »History of the Inductive Sciences». London, 1837 ja »The Philosophy of the Inductive Sciences». London, 1840 (»Induktiivisten tieteiden historia». Lontoo 1837 ja »Induktiivisten tieteiden filosofia». Lontoo 1840).

Engels luonnehtii tässä induktiiviset tieteet puhtaasti matemaattisia tieteitä »käsittäviksi» nähtävästi siinä mielessä, että Whewell on sijoittanut ne puhtaasti matemaattisten tieteiden ympärille, jotka Whewellin mukaan ovat puhtaan järjen tieteitä, tutkivat »minkä hyvänsä teorian ehtoja» ja siinä mielessä ovat tavallaan keskeisellä paikalla »intellektuaalisen maailman maantieteessä». »Induktiivisten tieteiden filosofiassa» (I nide, II osa) Whewell antaa lyhyen esityksen »puhtaiden tieteiden filosofiasta». Näihin tieteisiin hän laskee lähinnä geometrian, teoreettisen aritmetiikan ja algebran. »Induktiivisten tieteiden historiassa» (I nide, Johdanto) Whewell asettaa »induktiivisten tieteiden» (mekaniikan, tähtitieteen, fysiikan, kemian, mineralogian, kasvitieteen, eläintieteen, fysiologian, geologian) vastakohtaksi »deduktiiviset» tieteet (geometrian, aritmetiikan, algebran). — 279.

- 178 Kaavassa » $A - E - B$ » A merkitsee yleistä (Allgemeines), E yksittäistä (Eins) ja B erityistä (Besonderes). Hegel käytti tätä kaavaa eritellessään induktiivisen päätelmän olemusta. Ks. teosta: Hegel. »Wissenschaft der Logik», III kirja, I osasto, 3. luku, kohta »Induktiopäätelmä». Samassa kohdassa esiintyy Engelsin alempana mainitsema Hegelin väittämä siitä, että induktiopäätelmä on olemukseltaan problemaattinen. — 279.
- 179 H. A. Nicholson. »A Manual of Zoology» 5th ed., Edinburgh and London, 1878, p. 283—285, 363—370, 481—484. — 279.
- 180 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse», § 39: »Empiirinen tarkkailu... saa meidät havaitsemaan *toinen toistaan* seuraavat muutokset... mutta ei osoita meille niiden *välttämätöntä* yhteyttä.» — 282.
- 181 Spinoza. »Ethica», I osa, 1. ja 3. määritelmä ja 6. teoreema. — 284.
- 182 Ks. selitystä 16. — 285.
- 183 Tämä artikkeli on nimitetty näin »Luonnon dialektiikan» aineistojen toisen nipun sisällysluettelossa. Se on omistettu K. Nägelin selostuksen »Die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkennt-

- nis» (»Luonnontieteellisen tiedostamisen rajat») arvostelevalle erittelylle (ks. selitystä 3). Engels sitceeraa Nägelin selostusta seuraavan julkaisun mukaan: »Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München 1877». Beilage. September 1877 (»Saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden Münchenissä 1877 pidetyn 50. kongressin bulletiini». Liite. Syyskuu 1877). Tämän julkaisun Engels sai luultavasti kongressissa oleelta K. Schorlemmerilta. — 285.
- 184 Engels tarkoittaa Joseph Priestleyn 1774 tekemää hapen löytöä. Priestley ei aavistanutkaan, että oli löytänyt uuden kemiallisen alkuaineen ja että tuo löytö suorittaisi mullistuksen kemiassa. Engels puhuu yksityiskohtaisemmin tuosta löydöstä esipuheessaan Marxin »Pääoman» toiseen osaan. — 288.
- 185 Vrt. Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse», § 13, Huomautus: »Yleinen muuttuu itsekin joksikin erityiseksi, kun se otetaan muodollisesti ja asetetaan erityisen *rinnalle*; jokapäiväisen elämän esineisiin sovelletuna tuon rinnastuksen epäsuhte ja mielettömyys pistäisivät heti silmään, jos esimerkiksi joku vaatisi hedelmiä ja kieltäytyisi sitten kirsikoista, päärynöistä, viinirypäleistä, koska ne ovat kirsikoita, päärynöitä, viinirypäleitä eivätkä hedelmiä». — 290.
- 186 Engels viittaa Hegelin »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede») -teoksen määrää koskevaan osastoon, jossa sanotaan, että tähtitiede herättää ihastusta ei tutkimiensä tähtien mittaamattoman paljouden sekä mittaamattoman avaruuden ja ajan huonon äärettömyyden vuoksi vaan »niiden *mittasuhteiden* ja *lakien* vuoksi, joita järki tiedostaa noissa esineissä ja jotka ovat järkevää ääretöntä mainitun järjettömän äärettömyyden vastakohdaksi» (Hegel. »Logiikan tiede», I osa, II osasto, 2. luku, Huomautus: Korkea mielipide äärettömästä edistyksestä). — 292.
- 187 Tämä on Engelsin hieman muuntama lainaus italialaisen taloustieteilijän F. Galianin traktaatista »Della moneta» (»Rahasta»), II osa. Saman sitaatin esittää Marx »Pääoman» I osassa. Marx ja Engels käyttivät P. Custodin julkaisemaa painosta:

»Scrittori classici italiani di economia politica». Parte moderna. T. III, Milano, 1803, p. 156 (»Italialaiset kansantaloustieteen klassikot». Nykyaikaiset taloustieteilijät. III osa, Milano 1803, s. 156). — 292.

- 188 Sanat »Niin myös $\frac{1}{r^2}$ » ovat Engelsin lisäämät. Engels tarkoittaa tässä mahdollisesti irrationaalista lukua π jolla on aivan tarkka merkitys, mutta jota ei voida ilmaista millään lopullisella kymmentä tavallisella murtoluvulla. Kun ympyrän pinta-ala oletetaan ykköseksi, niin kaavasta $\pi r^2 = 1$, jossa r on ympyrän säde, saamme arvon $\pi = \frac{1}{r^2}$. — 293.
- 189 Hegel. »Luonnon filosofia», § 280, Lisäys: »Aurinko palvelee planeettaa, kuten yleensäkin Aurinko, Kuu, pyrstötähdet ja tähdet ovat vain Maan ehtoja.» — 294.
- 190 Engels viittaa G. Romanesin arvosteluun kirjasta: J. Lubbock. »Ants, Bees, and Wasps». London, 1882 (»Muurahaiset, mehiläiset ja ampiaiset». Lontoo 1882). Arvostelu oli julkaistu 8. kesäkuuta 1882 aikakauslehdessä »Nature» n:o 658. Engelsiä kiinnostanut kohta, jossa puhutaan, että muurahaiset »ovat hyvin herkkiä ultraviolettisäteille», on »Naturen» XXVI niteen sivulla 122. — 295.
- 191 Vuonna 1732 ilmestyi A. Hallerin runo »Falschheit menschlichen Tugenden» (»Inhimillisten hyveiden valheellisuus»), jossa Haller väitti, että »yksikään luotu sielu ei pysty tunkeutumaan luonnon sisimpään olemukseen» ja joutuu tyytymään vain ulkokuoren tuntemukseen. Goethe esiintyi 1820 runossaan »Allerdings» (»Epäilemättä») tätä Hallerin väitettä vastaan ja osoitti, että luonnossa on kaikki yhtenäistä eikä sitä voida jakaa tiedostamattomaan sisäiseen ytimeen ja ihmisen tiedostettavissa olevaan ulkokuoreen, niin kuin Haller tekee. Hegel mainitsee tästä Goethen ja Hallerin kiistasta kaksi kertaa teoksessaan »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften» (§ 140, Huomautus, ja § 246, Lisäys). — 296.
- 192 Hegel. »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»), II osa, I jakso, 1. luku, kohta »Näennäisyys» ja

II jakso (»Ilmiö»), jossa on erikoinen oliota sinänsä koskeva kohta (»Olio sinänsä ja olemassaolo») ja erikoinen huomautus (»Transkendentiaalisen idealismin olio sinänsä»). — 297.

193 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 124, Huomautus ja Lisäys. — 297.

194 Hegel. »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»), III osa, III jakso, 2. luku. — 298.

[Materian liikkeen muodot. Tieteiden luokittelu]

195 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 128, Lisäys. — 299.

196 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 98, 1. lisäys: »Vetovoima on yhtä oleellinen materian ominaisuus kuin poistovoimakin.» — 300.

197 Ks. Hegel. »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»), I osa, II jakso, 1. luku, Huomautus kantilaisesta ajan, avaruuden ja materian jaottomuuden ja loputtoman jaollisuuden antinomiasta. — 301.

198 Hegel. »Naturphilosophie» (»Luonnon filosofia»), § 261, Lisäys. — 302.

199 Ajatuksen liikkeen määrän säilymisestä lausui Descartes teoksessaan »Le Traité de la Lumière» (»Tutkielma valosta») (vuosina 1630—1633 kirjoitetun ja tekijän kuoleman jälkeen 1664 julkaistun teoksen »Le Monde» (»Maaailma») ensimmäinen osa) ja 30. huhtikuuta 1639 päivätyssä kirjeessään Debeaunelle. Täydellisimmän tätä ajatusta oli kehitelty kirjassa: R. Des-Cartes. »Principia Philosophiae». Amstelodami, 1644. Pars secunda, XXXVI (»Filosofian alkeet». Amsterdam 1644, toinen osa, § 36). — 302.

200 Ks. selitystä 16.

Grove puhuu kirjansa sivuilla 20—29 »voiman

hävittämättömydestä» mekaanisen liikkeen muuttuessa »jännitystilaksi» ja lämmöksi. — 302.

201 Tämä muistiinpano on samalla lehdellä kuin »Luonnon dialektiikan» osasuunnitelman luonnoskin ja se on »Liikkeen perusmuodot» -luvussa kehittyneiden ajatusten konsepti (ks. tämän julkaisun sivuja 22 ja 84—106). — 304.

202 Ks. selitystä 16.

»Materian ilmentymillä (affections)» Grove tarkoittaa »lämpöä, valoa, sähköä, magnetismia, kemiallista sukulaisuutta ja liikettä» (s. 15), »liikkeellä (motion)» — mekaanista liikettä eli paikan muutosta. — 305.

203 Tämä hahmotelma on kirjoitettu »Luonnon dialektiikan» 1. nipun alkulehdelle. Sen sisältö on sama kuin 30. toukokuuta 1873 päivätty Engelsin kirje Marxille. Tämä kirje alkaa seuraavin sanoin: »Tänä aamuna ollessani vuoteessa mieleeni tuli seuraavia dialektisia ajatuksia luonnontieteistä.» Kirjeessä nämä ajatukset on esitetty huolitellummin kuin hahmotelmassa. Tästä voidaan päätellä, että hahmotelma on kirjoitettu ennen kirjettä samana, 30. päivänä toukokuuta 1873. Paitisi Büchneriä koskevaa katkelmaa (ks. tämän julkaisun sivuja 249—252), joka on kirjoitettu vähän aikaisemmin kuin tämä hahmotelma, »Luonnon dialektiikan» kaikki muut luvut ja katkelmat on kirjoitettu sen jälkeen, ts. vuoden 1873 toukokuun 30. päivän jälkeen. — 305.

204 A. Comte esitti tämän tieteiden luokittelujärjestelmän pääteoksessaan »Positiivisen filosofian oppikirja», jonka ensimmäinen painos ilmestyi Pariisissa 1830—1842. Tämän teoksen I osan 2. luento on varta vasten omistettu tieteiden luokittelulle, luvun otsikkona on: »Oppikurssin suunnitelman esitys eli yleisiä ajatuksia positiivisten tieteiden hierarkiasta». Ks. A. Comte. »Cours de Philosophie positive». T. I, Paris, 1830. — 307.

205 Engels tarkoittaa Hegelin »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede») teoksen kolmatta osaa, joka julkaistiin ensi kerran 1816. Teoksessaan »Naturphilosophie» (»Luonnon filosofia») Hegel merkitsi nämä luonnontieteen kolme pääosastoa termeillä »mekaniikka», »fysiikka» ja »organiikka». — 308.

Tämä kirjoitus on yksi niistä kolmesta laajemmasta muistiinpanosta (»Noten»), jotka Engels sijoitti »Luonnon dialektiikan» aineistojen toiseen nippuun (pienemmät muistiinpanot joutuivat ensimmäiseen ja neljänteen nippuun). Kaksi näistä muistiinpanoista — »Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa» ja »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä» — ovat »Huomautuksia» tai »Lisäyksiä» »Anti-Dühringiin», ja niissä Engels kehittää eräitä hyvin tärkeitä ajatuksia, jotka oli vain hahmoteltu tai esitetty lyhyesti tämän hänen kirjansa eri paikoissa. Kolmas muistiinpano, »Nägelin kykenemättömyydestä tiedostaa ääretöntä», ei liity laisinkaan »Anti-Dühringiin». Kaksi edellistä on kirjoitettu nähtävästi vuonna 1885; joka tapauksessa aikaisintaan huhtikuun puolivälissä 1884; jolloin Engels päätti valmistaa julkaittavaksi »Anti-Dühringin» toisen, laajennetun painoksen, ja viimeistään syyskuun lopulla 1885, jolloin kirjan toisen painoksen esipuhe oli valmistunut ja lähetetty kustantamoon. Kuten Engelsin vuonna 1884 E. Bernsteinille ja K. Kautskylle ja 1885 G. Schlüterille lähettämistä kirjeistä näkyy, Engelsillä oli aikomus kirjoittaa useita luonnontieteellisaiheisia »Huomautuksia» ja »Lisäyksiä» »Anti-Dühringin» eri kohtiin ja liittää ne teoksen toisen painoksen loppuun. Muiden töiden paljous (ennen kaikkea Marxin »Pääoman» II ja III osan julkaisemistyö) esti Engelsiä toteuttamasta tätä aiettaan. Hän ehti ainoastaan hahmotella alustavasti kaksi »Huomautusta» »Anti-Dühringin» ensimmäisen painoksen sivuja 17—18 ja 46 varten. Tämä muistiinpano onkin toinen näistä »Huomautuksista».

Otsikon »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä» Engels on antanut »Luonnon dialektiikan» aineistojen toisen nipun sisällysluettelossa. Itsensä muistiinpanon alussa on otsikko: »2. huomautus. Sivulla 46: Liikkeen eri muodot ja niitä tutkivat tieteet». — 308.

207 A. Kekulé. »Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie». Bonn, 1878, S. 12. — 309.

208 Kysymyksessä on Nature-aikakauslehdessä n:o 420 15. marraskuuta 1877 ollut kirjoitus, jossa esitettiin lyhyesti A. Kekulén Bonnin yliopiston

rehtorin virkaan astuessaan 18. lokakuuta 1877 pitämä puhe. Vuonna 1878 tuo Kekulén puhe julkaistiin erillisenä kirjaseinä »Kemian tieteelliset tavoitteet ja saavutukset». — 309.

- 209 E. Haeckel. »Die Perigenesis der Plastidule». Berlin, 1876, S. 13. — 309.
- 210 *Lothar Meyerin käyrä* — atomipainojen ja atomivolyymien välisen suhteen graafinen kuva. Sen laati saksalainen kemisti L. Meyer ja julkaisi 1870 artikkelissaan »Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte» aikakauslehdessä »Annalen der Chemie und Pharmacie», VII lisäside, 3. vihko.
- Kemiallisten alkuaineiden atomipainon sekä fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien lainomaisen yhteyden keksi kuuluisa venäläinen tiedemies D. I. Mendelejev, joka ensimmäisenä muotoili kemiallisten alkuaineiden jaksollisuuden lain maaliskuussa 1869 aikakauslehdessä »Журнал Русского химического общества» julkaistussa artikkelissaan »О соотношении свойств с атомным весом элементов» (»Alkuaineiden ominaisuuksien suhteesta atomipainoon»). L. Meyer oli niin ikään päätyvässä tutkimuksissaan jaksollisuuden lain löytöön, kun sai kuulla Mendelejevin löydöstä. L. Meyerin käyrä kuvasi havainnollisesti Mendelejevin löytämää lakia, mutta toisin kuin Mendelejevin taulukko, se ilmensi sitä ulkonaisesti ja yksipuolisesti.
- Johtopäätöksissään Mendelejev meni paljon pitemmälle Meyerä. Keksimänsä jaksollisuuden lain perusteella Mendelejev ennusti siihen aikaan vielä tuntemattomien kemiallisten alkuaineiden olemassaolon ja spesifiset ominaisuudet, Meyer taas osoitti myöhemmissä töissään, ettei hän ymmärtänyt jaksollisuuden lain olemusta. — 311.
- 211 Ks. selitystä 185. — 313.
- 212 E. Haeckel. »Natürliche Schöpfungsgeschichte». 4. Aufl., Berlin, 1873, S. 538, 543, 588; »Anthropogenie». Leipzig, 1874, S. 460, 465, 492. — 314.
- 213 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse», § 99, Lisäys. — 314.
- 214 Tämä katkelma on kirjoitettu erilliselle liuskalle,

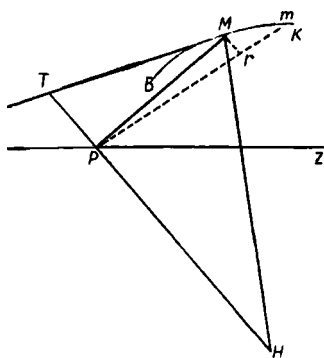
jolla on merkintä »Noten» (»Huomautuksia»). Se saattaa olla toisen »Huomautuksen» alkuperäinen hahmotelma »Anti-Dühringiin»: »Mekaanisesta luonnonkäsityksestä» (ks. tämän julkaisun sivuja 308—314). — 314.

[Matematiikka]

- 215 Edellisessä tapauksessa Engels tarkoittaa Hegelin huomautusta siitä, että aritmetiikassa ajatus »liikkuu mielettömyyden alueella» (»Wissenschaft der Logik», I osa, II jakso, 2. luku, Huomautus lukumääritteliden käyttämisestä filosofisten käsitteiden ilmaisemiseen); jälkimmäisessä tapauksessa hän tarkoittaa Hegelin viittausta siihen, että »jo luonnollisten lukujen rivi osoittaa puhtaasti ulkoisessa etenevässä liikkeessä ilmenevien laadullisten momenttien solmuviiivan» jne. (sama, III jakso, 2. luku; Huomautus mittasuhteiden solmuviivojen esimerkeistä ja siitä, että luonnossa ei muka ole harppauksia). — 318.
- 216 Tämä lauseke esiintyy Ch. Bossutin kirjassa »Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral» (»Tutkielmia differentiaali- ja integraalilaskennasta»), T. I, Paris, 1798, p. 38. Engels viittaa siihen katkelmassa »Suora ja käyrä». Luvussa »Integraalilaskenta lopullisin erotuksin» Bossut tarkastelee ennen kaikkea seuraavaa tehtävää: »Integroitava eli summeerattava muuttujan x kokonaislukuiset potenssit.» Tällöin Bossut edellyttää, että erotus (differenssi) Δx on vakio, ja merkitsee sen kreikkalaisella kirjaimella ω . Koska summa (integraali) Δx tai ω on x , niin summa $\omega \times 1$ tai ωx^0 on myös x . Tämän yhtälön Bossut kirjoittaa näin: $\Sigma \omega x^0 = x$. Sitten Bossut vie vakion ω summeerausmerkin eteen ja saa lausekkeen $\omega \Sigma x^0 = x$, josta saadaan yhtälö $\Sigma x^0 = \frac{x}{\omega}$. Tätä jälkimmäistä yhtälöä Bossut käyttää edelleen suureiden Σx , Σx^2 , Σx^3 jne. löytämiseen ynnä muiden tehtävien ratkaisemiseen. — 323.
- 217 Ch. Bossut. »Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral». T. I, Paris, an VI [1798], p. 149 (»Tutkielmia differentiaali- ja integraalilaskennasta»). I osa, Pariisi, vuosi VI [1798], s. 149). — 325.

218 Näin Bossut nimittää napakoordinaatistossa tarkasteltavia käyriä. — 325.

219 Engels tarkoittaa kuviota 17 ja sen selityksiä Bossutin kirjan sivuilla 148—151. Tuo kuvio on seuraava:



BMK on käyrä («napakäyrä»), MT — sen tangenti. P — napa eli napakoordinaattien alkukohta origo. PZ — napa-akseli. PM — M -pisteen ordinaatta (Engels nimittää sitä »todelliseksi abskissaksi», nyk. radiusvektori). Pm — M -pisteelle äärettömän läheisen m -pisteen ordinaatta (Engels nimittää tätä radiusvektoria »differen tiaaliseksi kuvitelluksi abskissaksi»). MH on tangentin MT normaali.

TPH taas ordinaatan PM normaali. Mr on säteen PM liikuessaan piirtämä kaari. Koska MPm on äärettömän pieni kulma, pidetään suoria PM ja Pm yhdensuuntaisina. Siksi kolmioita Mrm ja TPM sekä kolmioita Mrm ja MPH pidetään yhdenmuotoisina. — 326.

220 Ks. selitystä 97. — 327.

221 Tämä kirjoitus on yksi niistä kolmesta laajemmasta muistiinpanosta («Noten»), jotka Engels sijoitti »Luonnon dialektiikan» aineistojen toiseen nippuun (ks. selitystä 206). Se on »Anti-Dühringin» ensimmäisen painoksen 17—18 sivuille tarkoitetun »Huomautuksen» hahmotelma. »Luonnon dialektiikan» aineistojen toisen nipun sisällysluettelossa Engels on otsikoinut sen seuraavasti: »Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa». Itse muistiinpanojen alussa on otsikko: »Sivujen 17—18 osalta: Ajattelun ja olemisen yhteensopivuus. — Matematiikan ääretön». — 327.

222 *Nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu* (järjessä ei ole mitään, jota ei aikaisemmin olisi ollut aistimuksissa) — sensualismin perusväite. Tuon lauseen sisältö on peräisin Aristotelelta

(ks. hänen teoksiaan »Toinen analytiikka», I osa, 18. luku ja »Sielusta», III osa, 8. luku). — 327.

- 223 Tämä luku on mainittu W. Thomsonin artikkelissa »The Size of Atoms» (»Atonien koko»), joka julkaistiin ensiksi 31. maaliskuuta 1870 aikakauslehdessä »Nature» n:o 22 ja sitten liitteenä kirjaan: W. Thomson and P. G. Tait. »Treatise on Natural Philosophy». Vol. I, part II, new ed., Cambridge, 1883, p. 501—502 (»Luonnonfilosofian tutkielma», toinen painos). — 330.
- 224 *Nuoremman haaran Reuss* — pieni saksalainen ruhtinaskunta, vuodesta 1871 kuului Saksan valtakuntaan. — 333.
- 225 Tässä Engels tarkoittaa nähtävästi Haeckelin psykofyysistä monismia ja tämän käsityksen materian rakenteesta. Haeckel väittää kirjassaan »Die Perigenesis der Plastidule», jota Engels on siteerannut toisessa »Huomautuksessaan» »Anti-Dühringiin» (ks. tämän julkaisun ss. 309—310), että alkeellinen »sielu» on paitsi »plastiduleilla» (ts. alkulimamolekyyleilla) myös atomeilla, että kaikki atomit ovat »elollisia», että niillä on »aistimus» ja »tahto». Samassa kirjassaan Haeckel puhuu atomeista kuten jostakin ehdottoman diskreetistä, kerrassaan jakautumattomasta ja muuttumattomasta ja diskreettien atomien rinnalla hän tunnustaa olevan eetterin, joka on jotakin ehdottoman jatkuvaa (E. Haeckel. »Die Perigenesis der Plastidule». Berlin, 1876, S. 38—40).
- Siitä, miten Hegel selviytyy materian jatkuvuuden ja diskreettiyden välisestä ristiriidasta, Engels mainitsee muistiinpanossa »Materian jaollisuus» (ks. tämän julkaisun sivua 301). — 335.

[Mekaniikka ja tähtitiede]

- 226 Engels tarkoittaa R. Clausiuksen 23. syyskuuta 1867 tekemää selostusta »Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie» (»Mekaanisen lämpöteorian toinen pääväittäjä») saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 41. kongressissa Frankfurt am Mainissa. Selostus julkaistiin erillisenä kirjaseinä Braunschweigissa 1867. — 336.
- 227 Tämän ja kaksi seuraavaa muistiinpanoa Engels on tehnyt seuraavista kirjoista: 1) J. H. Mädler.

»Der Wunderbau des Weltalls, oder Populäre Astronomie». 5. Aufl., Berlin, 1861 (IX jakso: Kiintotähdet, X jakso: Sumutäplät) ja 2) A. Secchi. »Die Sonne». Braunschweig, 1872 (III osa: Aurin got eli kiintotähdet). Näitä vuoden 1876 alussa tehtyjä muistiinpanoja Engels käytti »Luonnon dialektiikan» »Johdannon» toisessa osassa (ks. tämän julkaisun sivuja 37—47). — 337.

- 228 Wolfin kirjan »Geschichte der Astronomie» (»Tähtitieteen historia») mainitussa kohdassa (ks. selitystä 126) sanotaan, että valon taittumisen lakia ei löytänyt Descartes, vaan Snellius, joka oli esittänyt sen julkaisemattomissa teoksissaan, joista Descartes lainasi sen myöhemmin, Snelliuksen kuoleman jälkeen. — 342.
- 229 J. R. Mayer. »Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften». 2. Aufl., Stuttgart, 1874, S. 328, 330. — 342.

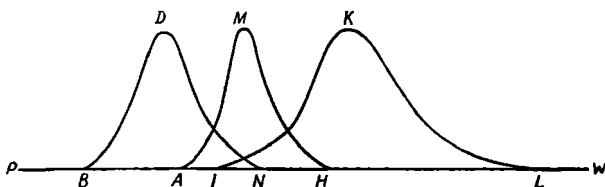
[Fysiikka]

- 230 F. Bacon. »Novum organum scientiarum» (»Tieteitten uusi työkalu»), toinen osa, XX aforismi. Tämä Baconin teos ilmestyi Lontoossa 1620. — 343.
- 231 Vrt. Hegelin huomautusta siitä, että voimassa »ei ole mitään muuta sisältöä kuin se, mikä on itsessään ilmiössä», ja että tuo sisältö »vain tulee esiin itsessään heijastuneen määreen — voiman — muodossa», minkä tuloksena on »tyhjä tautologia» (Hegel. »Wissenschaft der Logik», II osa, I jakso, 3. luku, Huomautus muodollisesta selitystavasta tautologisista perusteista). — 347.
- 232 Hegel. »Luonnonfilosofia», § 266, Huomautus. — 347.
- 233 Engels tarkoittaa anonyymina julkaistua P. L. Lavrovin kirjaa «Опыт истории мысли», т. I, С.-Петербург, 1875 (»Ajattelun historia», I osa, Pictari 1875). Luvussa »Ajattelun historian kosminen perusta» tuon kirjan sivulla 109 Lavrov kirjoittaa: »Sammuneet auringot kuolleine planeetta- ja kiertolaisjärjestelmineen liikkuvat avaruudessa niin kauan kuin joutuvat uuteen, muodostumassa olevaan tähtisumuun. Silloin kuolleen maailman jätteet muuttuvat materiaaliksi,

joka jouduttaa uuden maailman muodostumisprosessia.» Lavrov esittää alaviitteessä Zöllnerin mielipiteen siitä, että sammuneiden taivaankappaleiden jähmetystilan »voivat keskeyttää vain ulkoiset vaikutteet, esimerkiksi lämpö, joka syntyy niiden yhteentörmäyksessä jonkin toisen kappaleen kanssa». — 349.

- 234 Ks. selitystä 226. — 349.
- 235 Ks. selitystä 226. — 352.
- 236 Engels tarkoittaa nähtävästi Clausiuksen kirjasen sivua 16, jolla mainitaan taivaankappaleiden ulkopuolella olevasta eetteristä. Saman kirjan sivulla 6 oletetaan, että tuo eetteri ei ole kappaleiden ulkopuolella, vaan niiden ainehiukkasten väleissä. — 352.
- 237 *Horror vacui* — tyhjiyden kammo. 1600-luvun puoliväliin asti luonnontieteessä vallitsi Aristoteleelta periytynyt käsitys, että »luonto kammoo tyhjiyttä», ts. ei salli tyhjiön muodostumista. »Tyhjiyden kammolla» selitettiin muun muassa veden nouseminen pumpussa. Vuonna 1643 Torricelli keksi ilmanpaineen ja kumosi siten Aristoteleen käsityksen tyhjiön mahdottomuudesta. — 352.
- 238 Engels on kirjoittanut Lavrovin nimen venäläisin kirjaimin. Engels tarkoittaa Lavrovin kirjaa «Опыт истории мысли» («Ajattelun historia») (ks. selitystä 233). Luvussa »Ajattelun historian kosminen perusta» tuon kirjan sivuilla 103—104 Lavrov mainitsee eri tiedemiesten (Olbersin, V. Struven ym.) mielipiteistä, jotka koskevat hyvin suurelta etäisyydeltä saapuvan valon sammumista. — 352.
- 239 Raamattu, Johanneksen evankeliumi, 1. luku. — 352.
- 240 A. Fick. »Die Naturkraefte in ihrer Wechselbeziehung». Würzburg, 1869. — 353.
- 241 J. C. Maxwell. »Theory of Heat». 4th ed., London, 1875, p. 87, 185. — 353.

- 242 Engels tarkoittaa Secchin kirjan sivulla 632 esitettyä diagrammia, joka kuvaa auringonsäteiden aaltopituuden sekä niiden lämpö-, valo- ja kemiallisen vaikutuksen intensiteetin välistä suhdetta. Tässä tuo diagrammi perusosaltaan:



- Käyrä *BDN* kuvaa lämpösäteilyn intensiteettiä alkaen pitkäaaltoisista lämpösäteistä (*B*-piste) lyhytaaltoisiin (*N*-piste). Käyrä *AMH* kuvaa valonsäteiden intensiteettiä alkaen pitkäaaltoisista valonsäteistä (*A*-piste) lyhytaaltoisiin (*H*-piste). Käyrä *IKL* kuvaa kemiallisten säteiden intensiteettiä alkaen pitkäaaltoisista kemiallisista säteistä (*I*-piste) lyhytaaltoisiin (*L*-piste). Kaikissa kolmessa tapauksessa säteiden intensiteettiä osoittaa käyrän tarkasteltavana olevan pisteen etäisyys viivalta *PW*. — 353.
- 243 Hegel. »Luonnonfilosofia», § 320, Lisäys. — 354.
- 244 Tässä ja alempana on Engelsin muistiinpanoja kirjasta: Th. Thomson. »An Outline of the Sciences of Heat and Electricity». 2nd ed., London, 1840. Näitä muistiinpanoja Engels on käyttänyt luvussa »Sähkö». — 354.
- 245 Tässä ja seuraavassa muistiinpanossa Engels viittaa kirjaan: F. Guthrie. »Magnetism and Electricity». London and Glasgow, 1876. Sivulla 210 Guthrie kirjoittaa: »Virran voimakkuus on verrannollinen paristossa liuonnoon, ts. hapettuneen sinkin määrään sekä siihen lämpöön, joka vapautuisi tuon sinkin hapettuessa.» — 357.
- 246 Kysymyksessä on Wiedemannin teos »Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus», III osa, s. 418 (ks. selitystä 97). — 358.

[Kemia]

- 247 H. Kopp. »Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit». Abt. I, München, 1871, S. 105 (»Kemian kehitys uusimmalla ajalla». I jakso, München 1871, s. 105). — 359.

[Biologia]

- 248 Hegel. »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse» (»Filosofisten tieteiden ensyklopedia»), § 81, 1. lisäys: »Elämään sellaiseen sisältyy kuoleman alkio.» — 361.
- 249 *Plasmogoniaksi* Haeckel nimitti sellaista eliöiden hypoteettista syntyä, kun eliö muodostuu eräänlaisessa orgaanisessa nesteessä, erotukseksi *autogoniasta*, ts. elävän protoplasman muodostumisesta välittömästi epäorgaanisista aineista. — 362.
- 250 Kysymyksessä ovat L. Pasteurin 1860 suorittamat alkusyntykäsitystä selvittävät kokeet. Pasteur todisti kokeillaan, että ravintonesteessä (orgaanisessa) mikro-organismit (bakteerit, sienet, infusorit) kehittyvät vain niistä alkiosta, jotka olivat jo tuossa nesteessä tai joutuivat siihen ympäröivästä ilmasta. Siitä Pasteur teki johtopäätöksen paitsi nykyään elävien mikro-organismien alkusynnyn mahdottomuudesta myös alkusynnyn mahdottomuudesta yleensä. — 363.
- 251 Otteet M. Wagnerin artikkelista on otettu vuoden 1874 augsburgilaisesta »Allgemeine Zeitung» -lehdessä sivuilta 4333, 4334, 4351 ja 4370.
»*Allgemeine Zeitung*» (»Yleinen Lehti») — saksalainen vanhoillinen päivälehti, perustettu 1798, sitä julkaistiin Augsburgissa vuodesta 1810 vuoteen 1882. — 364.
- 252 W. Thomson und P. G. Tait. »Handbuch der theoretischen Physik». Autorisirte deutsche Übersetzung von H. Helmholtz und G. Wertheim. Bd. I, Theil II, Braunschweig, 1874, S. XI. Engels siteeraa M. Wagnerin artikkelin mukaan. — 364.
- 253 J. Liebig. »Chemische Briefe». 4. Aufl., Bd. I, Leipzig und Heidelberg, 1859, S. 373. — 365.

- 254 *Trauben keintekoiset solut* — epäorgaanisia muodostumia, elävien solujen malleja, joilla on kyky jäljitellä aineenvaihduntaa ja kasvua ja joiden avulla tutkitaan erinäisiä elollisten ilmiöiden puolia. Niitä kehitti saksalainen kemisti ja fysiologi M. Traube sekoittamalla kolloidiliuoksia. Traube teki selostuksen kokeistaan 23. syyskuuta 1874 saksalaisten luonnontutkijoiden ja lääkäreiden 47. kongressissa Breslaussa. Marx ja Engels arvostivat korkealle tuon Trauben löydön (ks. 18. kesäkuuta 1875 päivättyä Marxin kirjettä P. L. Lavroville ja 21. tammikuuta 1877 päivättyä kirjettä W. A. Freundille). — 370.
- 255 Engels tarkoittaa G. J. Allmanin vuosiselostusta Linne-seurassa 24. toukokuuta 1875. Selostus julkaistiin 17. ja 24. kesäkuuta ja 1. heinäkuuta 1875 Nature-aikakauslehden numeroissa 294—296 otsikkonaan »Recent Progress in Our Knowledge of the Ciliate Infusoria» (»Uusimpia tietojamme ripsieläimistä»). — 371.
- 256 Engels tarkoittaa nimikirjaimin J. F. B. allekirjoitettua arvostelua kirjasta: J. Croll. »Climate and Time in their Geological Relations; a Theory of Secular Changes of the Earth's Climate». London, 1875 (»Ilmasto ja aika niiden geologisessa vuorovaikutuksessa. Maan ajallisten ilmastonvaihtelujen teoria». Lontoo 1875). Arvostelu julkaistiin 17. ja 24. kesäkuuta 1875 Nature-aikakauslehden numeroissa 294—295. — 371.
- 257 Engels tarkoittaa J. Tyndallin artikkelia »On the Optical Department of the Atmosphere in Reference to the Phenomena of Putrefaction and Infection» (»Mätänemis- ja saastutusilmiöiden aiheuttamista ilmakhän optisista muutoksista»), joka oli Tyndallin 13. tammikuuta 1876 Kuninkaallisessa seurassa tekemän selostuksen lyhyt esitys. Artikkelijulkaistiin 27. tammikuuta ja 3. helmikuuta 1876 Nature-aikakauslehden numeroissa 326—327 otsikoituna »Professor Tyndall on Germs» (»Professori Tyndall alkioista»). — 371.
- 258 Tässä ja alempana Engels viittaa kirjaan: E. Haeckel. »Natürliche Schöpfungsgeschichte». 4. Aufl., Berlin, 1873. Taulukko I on mainitun kirjan sivujen 168 ja 169 välissä ja sen selitykset sivuilla 664—665. — 371.

- 259 Tässä ja alempana Engels viittaa kirjaan: H. A. Nicholson. »A Manual of Zoology» (ks. selitystä 18). — 372.
- 260 Engels viittaa nähtävästi seuraavaan kirjaan: W. Wundt. »Lehrbuch der Physiologie des Menschen» (»Ihmisen fysiologian oppikirja»). Kirjan ensimmäinen painos ilmestyi Erlangenissa 1865, toinen ja kolmas painos samassa paikassa 1868 ja 1873. — 372.
- 261 *Zoofyytit* (Pflanzentiere) — näin nimitettiin 1500-luvulta alkaen selkärangattomien eläinten ryhmää (pääasiassa sienieläimiä ja onteloeläimiä), joiden eräitä piirteitä pidettiin kasveille ominaisina (esim. alustaansa kiinnittyminen). Siksi zoofyytteja pidettiin kasvien ja eläinten välimuotona. 1800-luvun puolivälistä termiä »zoofyytit» käytettiin »onteloeläimet»-termin synonyymina. Nykyään sana on jäänyt pois käytöstä. — 373.
- 262 Kirjansa »Natürliche Schöpfungsgeschichte» (»Luonnollinen luomisen historia») neljännessä painoksessa Haeckel luettelee monisoluisien eläinten seuraavat viisi sikiökehityksen astetta: Monerula, Ovulum, Morula, Planula ja Gastrula, jotka Haeckelin mielestä vastaavat koko eläinmaailman viittä ensimmäistä kehitysastetta. Haeckelin kirjan myöhemmissä painoksissa tuota kaavaa on muutettu oleellisesti. Engelsin myönteisesti arvostelema Haeckelin perusajatus eliön yksilöllisen kehityksen (ontogenian) ja kyseisen orgaanisen muodon historiallisen kehityksen (fylogenian) paralleelisuudesta on jäänyt pysyvästi tieteeseen. — 373.
- 263 Sana »*bathybius*» merkitsee »syvyydessä elävä». Vuonna 1868 Th. Huxley kuvaili valtameren syvyydestä nostettua hyytelömäistä ainetta, jota hän piti rakenteettomana elävänä alkumateriaana — protoplasmana. E. Haeckelin kunniaksi hän antoi tuolle alkeelliseksi eliöksi olettamalleen limalle nimen *Bathybius Haeckelii*. Haeckel piti *bathybiusta* yhtenä vielä nykyään elävistä moneerilajeista. Myöhemmin todistettiin, että *bathybiuksella* ei ole mitään yhteistä protoplasman kanssa, vaan se on epäorgaaninen muodostuma. *Bathybiuksesta* ja siihen sisältyvistä kalkkiaineksista ks. E. Haeckelin kirjasta »*Natürliche Schöp-*

lungsgeschichte», 4. Aufl., Berlin, 1873. S. 165—166, 306, 379. — 373.

264 E. Haeckel tulkitsee teoksensa »Generelle Morphologie der Organismen» (»Eliöiden yleinen morfologia», Berliini 1866) neljässä suuressa luvussa (VIII—XI) orgaanisen yksilön käsitettä sekä eliöiden morfologista ja fysiologista yksilöllisyyttä. Yksilö-käsitettä Haeckel tarkastelee myös teoksessaan »Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen», Leipzig, 1874 (»Antropogenia eli ihmisen kehityshistoria»). Haeckel jakoi orgaaniset yksilöt kuuteen luokkaan eli lahkoon: plastidit, orgaanit, antimeerit, metameerit, yksilöt, cormukset. Ensimmäiseen lahkoon kuuluvia yksilöitä ovat moneerien tyyppiset soluttomat orgaaniset muodostumat (sytodit) ja solut, ne ovat »alkellisia eliöitä». Kunkin lahkoon yksilöt toisesta lahkosta alkaen koostuvat edellisen lahkoon yksilöistä. Viidennen lahkoon yksilöt, korkeammat eläimet, ovat »yksilöitä» suppeassa merkityksessä.

Cormus — kuudennen lahkoon morfologinen yksilö, viidennen lahkoon yksilöiden muodostama yhdyskunta, esimerkkinä mainittakoon korallieläinten runkokunnat.

Metameeri — neljännen lahkoon morfologinen yksilö, viidennen lahkoon yksilön toistuva ruumiinosa. Metameereja ovat esim. lapamadon jaokkeet (segmentit). — 374.

265 »Luonnollinen valinta eli kelvollisten eloonjääminen» on Darwinin »Lajien synty» -teoksen neljäs luvun otsikko. — 376.

266 Tämän katkelman sisältö käy melkein sana sanalta yhteen Engelsin 12. marraskuuta 1875 P. L. Lavroville osoittaman kirjeen kanssa. — 376.

267 *Bellum omnium contra omnes* (kaikkien sota kaikkia vastaan) on T. Hobbesin sanonta, joka esiintyy hänen teoksissaan »De cive», esipuhe lukijoille, ja »Leviathan», XIII—XIV luku. — 377.

268 Hegel. »Wissenschaft der Logik» (»Logiikan tiede»), III osa, III jakso, 1. luku. — 378.

269 Engels viittaa Hegelin »Logiikan» toisen osan

loppuun (»Wissenschaft der Logik», II osa, III jakso, 3. luku, Vuorovaikutus, ja »Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse», I osa, II jakso, Vuorovaikutus). Hegel mainitsee siinä elävästä organismista vuorovaikutuksen esimerkkinä: »Elävän organismin eri elimet ja funktiot ovat vuorovaikutussuhteessa toisiinsa» (»Enzyklopädie», § 156, Lisäys). — 379.

- 270 H. A. Nicholson. »A Manual of Zoology». 5th ed., Edinburgh and London, 1878, p. 32, 102. — 379.
- 271 *Faulhorn* — Sveitsissä sijaitseva vuori, Bernin alppien huippu. — 380.
- 272 »Luonnon dialektiikan» aineistojen kunkin neljän nipun otsikot sekä toisen ja kolmannen nipun sisällysluettelon Engels on kirjoittanut viimeisinä elinvuosinaan, joka tapauksessa aikaisintaan 1886, koska toisen nipun sisällysluettelossa on mainittu jo katkelma »Poisjätettyä Feuerbachista», joka on kirjoitettu vuoden 1886 alussa. — 382.

»LUONNON DIALEKTIIKAN» NIPPUJEN HAKULUETTELO*

[ENSIMMÄINEN NIPPU]

Dialektiikka ja luonnontiede

- 1) »Büchner» (ss. 249—252).
2) »Luonnontieteen dialektiikka» (ss. 305—306).
3) »Jaollisuus» (ss. 301—302).
4) »Koheesio» (s. 351).
l. 1 } 5) »Aggregaatiotilat» (s. 351).
6) »Secchi ja paavi» (s. 342).
7) »Newtonin vetovoima ja keskipakoisvoima»
(s. 336).
8) »Laplacen teoria» (s. 337).
9) »Kitka ja työnti synnyttävät *sisäistä* liikettä»
(s. 358).
10) »Causa finalis — materia ja siihen olennai-
sesti kuuluva liike» (s. 299).
11) »Kehitysmuotona luonnontieteessä, sikäli
kuin se ajattelee, on *hypoteesi*» (ss. 296—297).
l. 2 } 12) »Vetovoiman muuttuminen poistovoimaksi
ja päinvastoin» (ss. 300—301).
13) »Ymmärryksellisten ajatusmääritysten vas-
takohtaisuus» (ss. 261—262).
14) »Sille, joka kieltää kausaliteetin, jokainen
luonnolaki on hypoteesi» (s. 285).
15) »Olio sinänsä» (ss. 297—298).

* Aaltosulut yhdistävät käsikirjoituksen samalla liuskalla sijaitsevat muistiinpanot ja katkelmat. Vasemmalla olevat numerot osoittavat Engelsin käsikirjoitusliuskojen numerojärjestystä. Tähdellä on merkitty »Anti-Dühringin» valmisteleviin aineistoihin kuuluvat muistiinpanot. Kaarisulkuihin on pantu tämän kirjan vastaavat sivunumerot.

1. 2 } 16) »'Olemuksen' määrittysten todellisen luon-
teen on ilmaissut itse Hegel» (s. 262).
17) »Matematiikan ns. aksioomat» (s. 316).
18) »Esimerkiksi osa ja kokonaisuus...» (s. 262).
19) »Abstraktinen identtisyys» (ss. 262—264).
20) »Myönteinen ja kielteinen» (ss. 265—266).
21) »Elämä ja kuolema» (ss. 361—362).
22) »Huono äärettömyys» (ss. 291—292).
23) »Yksinkertainen ja yhdistetty» (s. 262).
24) »Alkumateria» (s. 299).
1. 3 } 25) »Väärän huokoisuuden teorian... Hegel luon-
nehtii pelkäksi *sepittelyksi*» (s. 253).
26) »Voima» (ss. 344—348).
27) »Liikkeen hävittämättömyys on ilmaistu *Des-
cartesin väittämässä*» (s. 302).
28) »Sen» (liikkeen) »olemus on olla ajan ja ava-
ruuden välitön ykseys» (s. 302).
29) »Voima (ks. edellä)» (s. 348).
30) »Liike ja tasapaino» (ss. 302—303).
31) »Kausaliteetti» (ss. 282—284).
32) »Newtonin painovoima» (ss. 336—337).
33) »Voima» (s. 348).
34) »Vuorovaikutus» (ss. 284—285).
35) »Liikkeen hävittämättömyys» (s. 302).
36) »Mekaaninen liike» (ss. 304—305).
37) »Materian jaollisuus» (s. 301).
1. 4 } 38) »Luonnontutkimuksellista ajattelua» (ss. 253
—254).
39) »Induktio ja deduktio» (s. 278).
40) »*Okenilla*... tulee selvästi näkyviin mielet-
tömyys» (s. 254).
41) »Causae finales ja efficientes» (s. 255).
42) »Jumalaa ei missään kohdella huonommin
kuin häneen uskovien luonnontutkijoiden
keskuudessa» (ss. 247—248).
43) »Alkusysäyksiä luonnossa» (s. 379).
44) »Luonnon ja hengen ykseys» (ss. 272—273).
45) »Tieteiden luokittelu» (s. 307).
46) »Protistit» (ss. 371—373).
47) »Yksilö» (ss. 373—374).
48) »Morfologisten muotojen toistuminen kaikis-
sa kehitysasteissa» (s. 374).
1. 5 } 49) »On hyväksyttävä organismien koko kehityk-
seen päteväksi...» (s. 374).
50) »Koko orgaaninen luonto on katkeamatonta
todistusta muodon ja sisällön samuudesta
tai erottamattomuudesta» (s. 374).
51) »Kineettinen kaasuteoria» (s. 352).

1. 5 } 52) »Identtisyiden väittämä» (ss. 264—265).
 53) »Luonnontutkijat luulevat vapautuvansa filosofiasta pysyttelemällä siitä tietämättöminä tai haukkumalla sitä» (ss. 257—258).
1. 6 } 54) »Historiasta» (ss. 238—241).
 55) »Teorian kehityksen vastakohtaisuus» (s. 352).
 56) »Generatio aequivoca» (ss. 362—363).
 57) »Voima» (s. 344).
 58) »Haeckel, 'Anthropogenie'» (s. 255).
 59) »Mayer, 'Mechanische Theorie der Wärme'» (s. 342).
1. 7 } 60) »Esimerkki dialektisen ajattelun välttämättömyydestä» (s. 336).
 61) »Moriz Wagner, 'Naturwissenschaftliche Streitfragen'» (ss. 364—370).
 62) »Reaktio» (s. 361).
 63) »Identtisyys ja eroavuus» (s. 327).
 64) »Matemaattista» (ss. 316—317).
 65) »Asymptootit» (ss. 324—325).
 66) »Nollan potenssit» (s. 323).
 67) »Suora ja käyrä» (ss. 325—326).
 68) »Eetteri» (s. 352).
 69) »Vertebrata» (s. 378).
 70) »Lämmön säteily maailmanavaruuteen» (s. 349—350).
 71) »Newtonin voimien suunnikas» (s. 337).
 72) »Bathybius» (s. 373).
 73) »Ymmärrys ja järki» (ss. 273—274).
 74) »Kaikki-induktionisteille» (ss. 280—281).
1. 9 } 75) »Kineettinen teoria» (ss. 351—352).
 76) »Clausius — if correct — todistaa...» (s. 350).
 77) »Mielikuva tosiasiallisesta kemiallisesti yh-
 tenäisestä aineesta» (s. 359).
1. 10 } 78) »Hard and fast lines» (ss. 260—261).
 79) »Niin sanottu objektiivinen dialektiikka valitsee koko luonnossa» (ss. 259—260).
 80) »Struggle for life» (ss. 376—378).
 81) »Valo ja pimeys» (ss. 352—353).
 82) »Työ» (ss. 379—381).
 83) »Induktio ja analyysi» (s. 281).
 84) »On tutkittava luonnontieteen eri alojen perättäistä kehitystä» (ss. 228—229).
 85) »Clausius, II väittämä... olkoon niin kuin hän haluaa» (s. 350).
 86) »Ero tilanteessa vanhan ajan lopussa ja keskiajan lopussa» (ss. 235—237).

- l. 11a { 87) »Historiallista. — Keksintöjä» (ss. 237—238).
 { 88) »Luonnon dialektiikka — references» (s. 371).
- l. 11b { 89) »Mädler. Kiintotähdet» (ss. 337—339).
 { 90) »Sumutäplät» (ss. 339—341).
 { 91) »Secchi: *Sirius*» (s. 341).
 { 92) »Ikuiset luonnonlait» (ss. 293—294).
 { 93) »Tiedostaminen» (ss. 294—296).
 { 94) [Arvostelmien luokittelusta] (ss. 274—277).
 { 95) »Yksittäisyys, erityisyys, yleisyys» (ss. 277—278).
 { 96) »Mutta edellä on myös osoitettu...» (s. 277).
 { 97) »Hofmann... siteeraa luonnonfilosofiaa» (s. 254).
 { 98) »Haeckelin mielettömyyttä: induktio deduktiota vastaan» (s. 278).
 { 99) »Induktion tietä todettiin sata vuotta sitten...» (ss. 278—279).
 { 100) »Antiikin filosofien luonnonnäkemykset» (ss. 230—233).
 { 101) »Leukippos ja Demokritos» (s. 234).
 { 102) »Asennoitukoot luonnontutkijat miten haluavat, heitä hallitsee filosofia» (ss. 257—258).
 { 103) »Matematiikan soveltaminen» (s. 335).
 { 104) »Vasta differentiaalilaskenta...» (s. 335).
 { 105) »Myönteisen ja kielteisen asettamista samanveroisiksi...» (s. 266).
 { 106) »Sattuma ja välttämättömyys» (ss. 267—272).
 { 107) »Polarisaatio» (ss. 266—267).
 { 108) »Polariteetti» (s. 266).
 { 109) »Toinen esimerkki polariteetista Haeckelillä» (ss. 255—257).
 { 110) »Kantin *olion sinänsä* arvokas itsekritiikki» (s. 298).
 { 111) »Kun Hegel siirtyy elämästä tajuntaan...» (ss. 378—379).
 { 112) »Ääretön edistys on Hegelillä tyhjää autiutta» (ss. 292—293).
 { 113) »Määrä ja laatu» (ss. 317—318).
 { 114) »Luku» (ss. 318—319).
 { 115) »Matematiikka» (s. 324).
 { 116) »Energian säilyminen» (s. 344).
 { 117) »Absoluuttisessa 0° ei ole mikään kaasu mahdollinen» (s. 351).
 { 118) » mv^2 on todistettu kaasumolekyylienkin suhteen» (s. 351).

- 119) » $\sqrt{-1}$. — Algebran negatiiviset suureet» (s. 324).
- 120) »Määrän muuttuminen laaduksi» (s. 261).
- 121) »Identtisyys ja eroavuus» (s. 265).
- 122) »Kuten Fourier on a mathematical poem...» (s. 253).
- 123) »Kun Hegel käsittää voiman ja sen ilmauksen, syyn ja vaikutuksen identtisiksi...» (s. 344).
- 124) »Jonkin käsitteen tai käsitesuhteen... kehitys ajattelun historiassa» (s. 273).
- 125) »Abstraktinen ja konkreettinen» (s. 273).
- 126) »*Nimien* merkitys» (s. 360).
- 127) »Ensiksi Kekulé» (ss. 314—315).

[TOINEN NIPPU]

Luonnon tutkiminen ja dialektiikka

[Toisen nipun sisällysluettelo] (s. 382).

- 1) »Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa» (ss. 327—335).
- 2) »'Mekaanisesta' luonnonkäsitteestä» (ss. 308—314).
- 3) »Nägelin kykenemättömyydestä tiedostaa ääretöntä» (ss. 285—291).
- 4) »'Anti-Dühringin' vanha esipuhe. Dialektiikasta» (ss. 48—59).
- 5) »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» (ss. 210—227).
- 6) »Poisjätettyä 'Feuerbachista'» (ss. 242—247).

[KOLMAS NIPPU]

Luonnon dialektiikka

[Kolmannen nipun sisällysluettelo] (s. 383).

- 1) »Liikkeen perusmuodot» (ss. 84—106).
- 2) »Liikkeen mitta. — Työ» (ss. 107—125).
- 3) »Sähkö» (ss. 139—209).
- 4) »Luonnontutkimus henkimaailmassa» (ss. 60—74).
- 5) »Johdanto» (ss. 23—47).
- 6) »Vuorovesikitka» (ss. 126—132).

Matematiikka ja luonnontiede. Erilaista

- 1) »Dialektiikka» (ss. 75—83).
- 2) »Lämpö» (ss. 133—138).
- 3) »Hegel, Logiikka, nide I» (s. 272).
[Matemaattisia laskelmia — 5 sivua.]
- 4) »Hegel, 'Enzyklopädie', I» (s. 253).
- 5) »Paino oletetaan tavallisesti aineellisuuden yleisimmäksi määritykseksi» (ss. 299—300).
- 6) »Työnti ja kitka» (s. 343).
- 7) »Descartes keksi, että vuoksi ja luode aiheutu-
vat Kuun vetovoimasta» (s. 342).
- 8) »Teoria ja empiria» (s. 254).
- 9) »Aristarkhos Samoslainen» (s. 235).
- 10) »On hauska esimerkki luonnon dialektiikas-
ta...» (ss. 357—358).
- 11) »Empiirikkojen halveksivasta suhtautumi-
sesta kreikkalaisiin saa omituisen kuvan...»
(ss. 254—255).
- 12) »Vetovoima ja gravitaatio» (s. 300).
- 13) »Ensimmäinen, naiivi näkökanta säännöllis-
esti oikeampi kuin myöhempi, metafysiis-
inen» (ss. 343—344).
- 14) »Geosentrinen katsantokanta tähtitieteessä on
rajoitettu ja oikeutetusti sivuutettu» (s. 294).
- 15) »Kuinka vähäisessä määrässä Comte voi ol-
la... luonnontieteiden ensyklopedisen järjes-
telmän kirjoittaja...» (s. 307).
- 16) »Fysiografia» (s. 308).
- 17) »Uusi aikakausi alkaa kemiassa atomiopis-
ta» (ss. 359—360).
- 18) »Hegel rakentelee valo- ja väriteorian puh-
taasta ajatuksesta» (s. 353).
- 19) »Nolla ei ole sen vuoksi sisällötön, että se on
jokaisen määrätyn erän, kvantumien, kielto,
negaatio» (ss. 321—323).
- 20) »Yksi» (ss. 319—320).
- 21) »Staattinen ja dynaaminen sähkö» (ss. 356—
357).
- 22) »Kun Coulomb puhuu...» (ss. 354—356).
- 23) »Sähkö» (s. 354).
- 24) »Hegelin (alkuperäinen) jako mekanismiin,
kemismiin ja organismiin» (ss. 307—308).
- 25) »Sähkökemia» (s. 358).
- 26) »Mitenkä vanhat... metodit siirtyvät muille
tiedon aloille» (s. 359).

- 27) [Osasuunnitelman luonnos] (s. 22).
- 28) »Loppupäätelmä Thomsonin, Clausiuksen ja Loschmidtin osalta» (ss. 350—351).
- 29) »Molekyyli ja differentiaali» (s. 327).
- 30) »Voima ja voiman säilyminen» (s. 344).
- 31) »Trigonometria» (s. 326).
- 32) »Liike-energian kulutus» (s. 343).
- 33) »Kaasujen liikkeessä... muuttuu massaliike suoranaisesti molekyyliliikkeeksi» (s. 351).
[Matemaattisia laskelmia.]
- 34) »On osoitettava Darwinin teoriasta...» (s. 374).
- 35) »Se, mitä Hegel nimittää vuorovaikutukseksi, on *orgaaninen kappale*» (s. 379).
- 36) »Määrän muuttuminen laaduksi» (s. 360).
- 37) »Kun Hegel pitää luontoa ikuisen 'idean' ilmentymänä vieraantumisessa...» (s. 253).
- 38) »Havainnon empiria ei voi yksinään koskaan todistaa välttämättömyyttä riittävästi» (ss. 281—282).
- 39) »Nägelin ad vocem» (s. 291).
- 40) »Taistelu olemassaolosta» (ss. 375—376).
- 41) »Taivaankappaleiden liike» (ss. 303—304).
[Matemaattisia laskelmia — 2 sivua.]
[Muistiinpano Ph. Paulista.]
- 42) [Kokonaissuunnitelman luonnos] (ss. 20—21).

»LUONNON DIALEKTIIKAN» LUKUJEN JA KATKELMIEN AIKAPERÄINEN HAKEMISTO*

1873

- 1) »Büchner» (ss. 249—252).
- 2) »Luonnontieteen dialektiikka» (ss. 305—306).
- 3) »Jaollisuus» (ss. 301—302).
- 4) »Koheesio» (s. 351).
- 5) »Aggregaatiotilat» (s. 351).
- 6) »Secchi ja paavi» (s. 342).
- 7) »Newtonin vetovoima ja keskipakoisvoima» (s. 336).
- 8) »Laplacen teoria» (s. 337).
- 9) »Kitka ja työnti synnyttävät *sisäistä* liikettä» (s. 358).
- 10) »Causa finalis — materia ja siihen olennaisesti kuuluva liike» (s. 299).

1874

- 11) »Kehitysmuotona luonnontieteessä, sikäli kuin se ajattelee, on *hypoteesi*» (ss. 296—297).
- 12) »Vetovoiman muuttuminen poistovoimaksi ja päinvastoin» (ss. 300—301).
- 13) »Ymmärryksellisten ajatusmääritysten vastakohtaisuus» (ss. 261—262).
- 14) »Sille, joka kieltää kausaliteetin, jokainen luonnolaki on hypoteesi» (s. 285).
- 15) »Olio sinänsä» (ss. 297—298).
- 16) »'Olemuksen' määritysten todellisen luonteen on ilmaissut itse Hegel» (s. 262).
- 17) »Matematiikan ns. aksioomat» (s. 316).

* Tässä on lueteltu luvut ja ne katkelmat, joiden kirjoittamisaika on onnistuttu määrittämään enemmän tai vähemmän tarkasti. Muiden 62 katkelman kirjoittamisaikaa ei ole voitu määrittellä riittävien tietojen puutteen vuoksi; suurin osa niistä on kirjoitettu vuoden 1878 heinäkuun ja vuoden 1883 maaliskuun välisenä aikana. Sulkuihin on pantu tämän kirjan vastaavat sivunumerot.

- 18) »Esimerkiksi osa ja kokonaisuus...» (s. 262).
- 19) »Abstraktinen identtisyys» (ss. 262—264).
- 20) »Myönteinen ja kielteinen» (ss. 265—266).
- 21) »Elämä ja kuolema» (ss. 361—362).
- 22) »Huono äärettömyys» (ss. 291—292).
- 23) »Yksinkertainen ja yhdistetty» (s. 262).
- 24) »Alkumateria» (s. 299).
- 25) »Väärän huokoisuuden teorian... Hegel luonnehtii pelkäksi *sepittelyksi*» (s. 253).
- 26) »Voima» (ss. 344—348).
- 27) »Liikkeen hävittämättömyys on ilmaistu *Descartesin* väittämässä» (s. 302).
- 28) »Sen» (liikkeen) »olemus on olla ajan ja avaruuden välitön ykseys» (s. 302).
- 29) »Voima» (ks. edellä) (s. 348).
- 30) »Liike ja tasapaino» (ss. 302—303).
- 31) »Kausaliteetti» (ss. 282—284).
- 32) »Newtonin painovoima» (ss. 336—337).
- 33) »Voima» (s. 348).
- 34) »Vuorovaikutus» (ss. 284—285).
- 35) »Liikkeen hävittämättömyys» (s. 302).
- 36) »Mekaaninen liike» (ss. 304—305).
- 37) »Materian jaollisuus» (s. 301).
- 38) »Luonnontutkimuksellista ajattelua» (ss. 253—254).
- 39) »Induktio ja deduktio» (s. 278).
- 40) »*Okenilla*... tulee selvästi näkyviin mielettömyys» (s. 254).
- 41) »*Causae finales ja efficientes*» (s. 255).
- 42) »Jumalaa ei missään kohdella huonommin kuin hänen uskovien luonnontutkijoiden keskuudessa» (ss. 247—248).
- 43) »Alkusysäyksiä luonnossa» (s. 379).
- 44) »Luonnon ja hengen ykseys» (ss. 272—273).
- 45) »Tieteiden luokittelu» (s. 307).
- 46) »Protistit» (ss. 371—373).
- 47) »Yksilö» (ss. 373—374).
- 48) »Morfologisten muotojen toistuminen kaikissa kehitysasteissa» (s. 374).
- 49) »On hyväksyttävä organismien koko kehitykseen päteväksi...» (s. 374).
- 50) »Koko orgaaninen luonto on katkeamatonta todistusta muodon ja sisällön samuudesta tai erottamattomuudesta» (s. 374).
- 51) »Kineettinen kaasuteoria» (s. 352).
- 52) »Identtisyyden väittämä» (ss. 264—265).
- 53) »Luonnontutkijat luulevat vapautuvansa filosofias-ta pysyttelemällä siitä tietämättöminä tai haukkumalla sitä» (ss. 257—258).

- 54) »Historiasta» (ss. 238—241).
 55) »Teorian kehityksen vastakohtaisuus» (s. 352).
 56) »Generatio aequivoca» (ss. 362—363).
 57) »Voima» (s. 344).
 58) »Haeckel, 'Anthropogenie'» (s. 255).
 59) »Mayer, 'Mechanische Theorie der Wärme'» (s. 342).
 60) »Esimerkki dialektisen ajattelun välttämättömyydestä» (s. 336).
 61) »Moriz Wagner, 'Naturwissenschaftliche Streitfragen'» (ss. 364—370).

1875

- 62) »Reaktio» (s. 361).
 63) »Identtisyys ja croavuus» (s. 327).
 64) »Matemaattista» (ss. 316—317).
 65) »Asymptootit» (ss. 324—325).
 66) »Nollan potenssit» (s. 323).
 67) »Suora ja käyrä» (ss. 325—326).
 68) »Eetteri» (s. 352).
 69) »Vertebrata» (s. 378).
 70) »Lämmön säteily maailmanavaruuteen» (ss. 349—350).
 71) »Newtonin voimien suunnikas» (s. 337).
 72) »Bathybius» (s. 373).
 73) »Ymmärrys ja järki» (ss. 273—274).
 74) »Kaikki-induktionisteille» (ss. 280—281).
 75) »Kineettinen teoria» (ss. 351—352).
 76) »Clausius — if correct — todistaa...» (s. 350).
 77) »Mielikuva tosiasiallisesta kemiallisesti yhtenäisestä aineesta» (s. 359).
 78) »Hard and fast lines» (ss. 260—261).
 79) »Niin sanottu objektiivinen dialektiikka vallitsee koko luonnossa» (ss. 259—260).
 80) »Struggle for life» (ss. 376—378).
 81) »Valo ja pimeys» (ss. 352—353).
 82) »Työ» (ss. 379—381).
 83) »Induktio ja analyysi» (s. 281).
 84) »On tutkittava luonnontieteen eri alojen perättäistä kehitystä» (ss. 228—229).
 85) »Clausius, II väittämä... olkoon niin kuin hän haluaa» (s. 350).
 86) »Ero tilanteessa vanhan ajan lopussa ja keskiajan lopussa» (ss. 235—237).
 87) »Historiallista. — Keksintöjä» (ss. 237—238).

1876

- 88) »Luonnon dialektiikka — referencec» (s. 371).
 89) »Mädler. Kiintotähdet» (ss. 337—339).
 90) »Sumutäplät» (ss. 339—341).
 91) »Secchi: *Sirius*» (s. 341).
 92) »Johdanto» (on mahdollista, että »Johdannon» ensimmäinen osa on kirjoitettu 1875) (ss. 23—47).
 93) »Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi» (ss. 210—227).
 94) »Ikuiset luonnonlait» (ss. 293—294).

1878

- 95) »Luonnontutkimus henkimaailmassa» (ss. 60—74).
 96) »'Anti-Dühringin' vanha esipuhe. Dialektiikasta» (ss. 48—59).
 97) [Kokonaissuunnitelman luonnos] (ss. 20—21).

1879

- 98) »Dialektiikka» (ss. 75—83).

1880—1881

- 99) [Osasuunnitelman luonnos] (s. 22).
 100) »Loppupäätelmä Thomsonin, Clausiuksen ja Loschmidtin osalta» (ss. 350—351).
 101) »Taivaankappaleiden liike» (ss. 303—304).
 102) »Liikkeen perusmuodot» (ss. 84—106).
 103) »Liikkeen mitta. — Työ» (ss. 107—125).
 104) »Vuorovesikitka» (ss. 126—132).
 105) »Polarisaatio» (ss. 266—267).
 106) »Polariteetti» (s. 266).
 107) »Toinen esimerkki polariteetista Haeckelilla» (ss. 255—257).
 108) »Kantin *olion sinänsä* arvokas itsekritiikki» (s. 298).
 109) »Kun Hegel siirtyy elämästä tajuntaan...» (ss. 378—379).

1881—1882

- 110) »Lämpö» (ss. 133—138).

1882

- 111) »Tiedostaminen» (ss. 294—296).
 112) [Arvostelmien luokittelusta] (ss. 274—277).

- 113) »Yksittäisyys, erityisyys, yleisyys» (ss. 277—278).
114) »Mutta edellä on myös osoitettu...» (s. 277).
115) »Hofmann... siteeraa luonnonfilosofiaa» (s. 254).
116) »Sähkö» (ss. 139—209).

1885

- 117) »Matematiikan äärettömän esikuvista todellisessa maailmassa» (ss. 327—335).
118) »'Mekaanisesta' luonnonkäsityksestä» (ss. 308—314).

1886

- 119) »Poisjätettyä 'Feuerbachista'» (ss. 242—247).

NIMIHAKEMISTO

A

- Adams, John Couch* (1819—1892) — englantilainen tähtitieteilijä ja matemaatikko, vuonna 1845 laski itsenäisesti, Leverrieristä riippumatta, siihen aikaan vielä tuntemattoman planeetan, Neptunuksen, kiertoradan ja määritteli sen aseman tähtitaivaalla. — 342.
- Agassiz, Louis Jean Rodolphe* (1807—1873) — sveitsiläinen kasvitieteilijä ja geologi, darvinismin vastustaja, levitti idealistista katastrofiteoriaa ja jumalallisen luomisen aatetta. — 241, 248, 253, 254.
- Aksakov, Aleksandr Nikolajevitš* (1832—1903) — venäläinen mystikko, spiritisti. — 70.
- Allman, George James* (1812—1898) — englantilainen biologi. — 371.
- Anaksimandros* Miletoksesta (n. 610—546 ennen ajanlaskumme alkua) — muinaiskreikkalainen materialistifilosofi. — 231, 232.
- Anaksimenes* Miletoksesta (n. 585 — n. 525 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen materialistifilosofi. — 231, 233.
- Aristarkhos Samoslainen* (4. vuosisadan loppu — 3. vuosisadan alkupuolisko e. a. a.) — muinaiskreikkalainen tähtitieteilijä ja matemaatikko, esitti hypoteesin aurinkokunnan aurinkokeskeisestä rakenteesta, tuli tunnetuksi Maan ja Kuun sekä Maan ja Auringon välisen matkan määrittelystä. — 235.
- Aristoteles* (384—322 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen filosofi ja oppinut, jonka teokset käsittelevät miltei kaikkia hänen aikanaan tunnettuja tiedonaloja. Filosofiansa horjui materialismin ja idealismin välillä. — 52, 230—234, 250, 255, 295.
- Arkhimedes* (n. 287—212 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen matemaatikko ja mekaniikan tutkija. — 228.
- Augustinus* («autuaaksi» nimitetty) (354—430) — kristinuskoinen jumaluusoppinut ja idealistifilosofi, so-

taisa uskonnollisen maailmankatsomuksen levittäjä.
— 269.

Auwers, Arthur (1838—1915) — saksalainen tähtitieteilijä, astrometrian erikoistuntija. — 341.

B

Bacon, Francis, Verulamin paroni (1561—1626) — englantilainen filosofi, englantilaisen materialismin kannattaja; luonnontutkija ja historioitsija. — 55, 56, 60, 343.

Baer, Karl Ernst (Karl Maksimovitš) (1792—1876) — venäläinen luonnontutkija, embryologian perustaja, tunnettu myös maantieteilijänä. Työskenteli Saksassa ja Venäjällä. — 35, 241.

Bauer, Bruno (1809—1882) — saksalainen idealistifilosofi, yksi tunnetuista nuorhegeliläisistä, porvarillinen radikaali, vuoden 1866 jälkeen kansallisliberaali, kirjoittanut kristinuskon historiaa käsitteleviä teoksia. — 169.

Bequerel, Antonie César (1788—1878) — ranskalainen fyysikko, tunnettu sähköoppia käsittelevistä teoksistaan. — 193, 194.

Betz, Wilhelm (1822—1886) — saksalainen fyysikko, tunnettu sähköopin tutkimuksistaan. — 194.

Berthelot, Pierre Eugène Marcelin (1827—1907) — ranskalainen kemisti, porvarillinen poliitikko, harjoitti tutkimuksia orgaanisen kemian ja termokemian sekä maanviljelyskemian ja kemian historian alalla. — 186.

Bessel, Friedrich Wilhelm (1784—1846) — saksalainen tähtitieteilijä. — 338, 341.

Boltzmann, Ludwig (1844—1906) — itävaltalainen fyysikko, materialisti, Faradayn — Maxwellin sähkömagneettiteorian kannattaja, kirjoittanut klassisia tutkimuksia kineettisen kaasuteorian alalta sekä termodynamiikan toisen pääsäännön tilastollisen tulkinnan alalta, jotka merkitsivät vakavaa iskua »maailmankaikkeuden lämpökuoleman» idealistiselle teorialle. — 147.

Bossut, Charles (1730—1814) — ranskalainen matemaatikko, kirjoittanut matematiikan teorian ja historian tutkimuksia, joilla on perustava merkitys. — 323—326.

Boyle, Robert (1627—1691) — englantilainen kemisti ja fyysikko, tieteellisen kemian perustanlaskijoita, esitti kemiallisen alkuaineen ensimmäisen tieteellisen määritelmän, koetti soveltaa kemiaan mekaanisen

atomiopin aatteita, kehitti kvalitatiivista analyysia; keksi lain, jonka mukaan ilman paine on kääntäen verrannollinen sen tilavuuteen. — 230, 343.

Bradley, James (1693—1762) — englantilainen tähtitieteilijä. Greenwichin observatorion kolmas esimies, tutki kiintotähtien ominaisliikkeitä, keksi valon aberration ja Maan akselin nutaation. — 337.

Bruno, Giordano (1548—1600) — italialainen ajattelija, materialisti ja ateisti. Kehitti Kopernikuksen oppia maailmankaikkeuden rakenteesta; kieltäytyi luopumasta aatteistaan, josta syystä inkvisitio poltti hänet roviolla. — 26, 239.

Buch, Christian Leopold (1774—1853) — saksalainen geologi ja paleontologi. — 366.

Butlerov, Aleksandr Mihailovitš (1828—1886) — venäläinen kemisti, loi orgaanisten yhdisteiden rakennepiiri, johon nykyinen orgaaninen kemia perustuu. — 70.

Büchner, Ludwig (1824—1899) — saksalainen porvarillinen fysiologi ja filosofi, vulgäärin materialismin kannattaja. — 53, 249, 252.

C

Calvin, Jean (1509—1564) — uskonpuhdistaja, perusti protestanttisuuden erään suunnan — calvinismin —, joka ilmensi porvariston etuja pääoman alkuperäisen kasautumisen kaudella. — 26, 269.

Carnot, Nicolas Leonard Sadi (1796—1832) — ranskalainen insinööri ja fyysikko; lämpövoimakoneiden teorian perustaja, kirjoittanut teoksen »Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a développer cette puissance»; termodynamiikan perustanlaskijoita. — 59, 137, 281.

Cassini, Giovanni Domenico (1625—1712) — ranskalainen tähtitieteilijä, syntyjään italialainen. Pariisin tähtitornin ensimmäinen johtaja (vuodesta 1669). Järjesti ja suoritti monilukuisia geodeettisia mittauksia Ranskan alueella. — 254.

Cassini, Jacques (1677—1756) — ranskalainen tähtitieteilijä ja geodeetti, Pariisin tähtitornin toinen johtaja, G. D. Cassinin poika. — 254.

Cassini de Thury, César François (1714—1784) — ranskalainen tähtitieteilijä ja geodeetti, Pariisin tähtitornin kolmas johtaja, J. Cassinin poika. — 254.

Cassini, Jacques Dominique (1748—1845) — ranskalainen tähtitieteilijä ja geodeetti, Pariisin tähtitornin neljäs johtaja, C. F. Cassinin poika. — 254.

- Catelan* (1600-luku) — ranskalainen apotti, fyysikko, Descartesin seuraaja. — 112, 113.
- Cicero*, Marcus Tullius (106—43 e. a. a.) — roomalainen puhuja ja valtiomies, eklektikkofilosofi. — 231.
- Clapeyron*, Benoît Pierre Emilé (1799—1864) — ranskalainen insinööri ja fyysikko, tunnettu termodynamiikan tutkimuksistaan. — 137.
- Clausius*, Rudolf (1822—1888) — saksalainen fysiikan teoreetikko, tunnettu termodynamiikan perustoja ja kineettistä kaasuteoriaa käsittelevistä tutkimuksistaan; määritteli termodynamiikan toisen lain (1850), mutta antoi sille virheellisen tulkinnan, joka on läheinen idealistiselle hypoteesille »maailmankaikkeuden lämpökuolemasta»; toi fysiikkaan entropia-käsitteen (1865). — 21, 118, 124, 125, 133, 134, 137, 266, 336, 344, 350—352.
- Cohn*, Ferdinand Julius (1828—1898) — saksalainen kasvitieteilijä ja mikrobiologi. — 365.
- Colding*, Ludvig August (1815—1888) — tanskalainen fyysikko ja insinööri, määritteli itsenäisesti, erillään Mayerista ja Joylesta lämmön mekaanisen suhdelluvun. — 96, 119, 243, 276.
- Comte*, Auguste (1798—1857) — ranskalainen porvarillinen filosofi ja sosiologi, positivismin perustaja. — 20, 307.
- Coulomb*, Charles Augustin (1736—1806) — ranskalainen fyysikko ja insinööri, sai selville elektrostaattisten ja magneettisten vuorovaikutusten lain. — 354.
- Croll*, James (1821—1890) — englantilainen geologi. — 371.
- Crookes*, William (1832—1919) — englantilainen fyysikko ja kemisti, spiritismin kannattaja. — 67, 68, 69, 71, 72, 73.
- Cuvier*, Georges (1769—1832) — ranskalainen luonnon-tutkija, eläintieteilijä ja paleontologi; tieteenvastaisen idealistisen katastrofiteorian keksijä. — 32, 230, 241.

D

- D'Alembert*, Jean (1717—1783) — ranskalainen filosofi ja matemaatikko, tunnetuimpia 1700-luvun porvarillisen Valistuksen edustajia. — 109—113, 121.
- Dalton*, John (1766—1844) — englantilainen kemisti ja fyysikko, kemian alalla kehitti atomiteoriaa. — 34, 53, 140, 359.
- Daniell*, John Frederic (1790—1845) — englantilainen fyysikko, kemisti ja ilmatieteilijä, vuonna 1838 suun-

- nitteli parannetun galvaanisen kupari- ja sinkkiparin. — 182, 194, 197, 202.
- Darwin*, Charles Robert (1809—1882) — englantilainen luonnontutkija, tieteellisen kehitysoopin perustaja. — 35, 42, 61, 210, 213, 220, 241, 244, 271, 272, 314, 366, 375, 376—377.
- Davies*, Charles Maurice (1828—1910) — englantilainen pappi, kirjoittanut uskonnon kysymyksiä käsitteleviä teoksia. — 69.
- Davy*, Humphry (1778—1829) — englantilainen tiedemies, kemisti ja fyysikko. — 255.
- Demokritos* (n. 460 — n. 370 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen materialistifilosofi, atomiopin perustaja. — 53, 234, 235.
- Descartes*, René (lat. Cartesius) (1596—1650) — ranskalainen dualistifilosofi, matemaatikko ja luonnontutkija. — 27, 33, 53, 86, 96, 107—109, 146, 302, 317, 342, 344.
- Dessaignes*, Victor (1800—1885) — ranskalainen kemisti. — 141, 355.
- Diogenes Laërtios* (3. vuosisata) — muinaiskreikkalainen filosofian historian tutkija, laatinut laajan kompiilaation muinaisista filosofiista. — 53, 230—235.
- D'Orbigny*, Alcide Dessalines (1802—1857) — ranskalainen tutkimusmatkailija ja paleontologi, kehitti äärimmäisyyksiin Cuvierin katastrofiteorian. — 366.
- Draper*, John William (1811—1882) — amerikkalainen luonnontutkija ja historioitsija. — 46, 283—284.
- Du Bois-Reymond*, Emil (1818—1896) — saksalainen fysiologi, tunnettu tutkimuksistaan sähköfysiologian alalla, mekanistisen materialismin kannattaja, agnostikko. — 21, 193.
- Dühring*, Eugen Karl (1833—1921) — saksalainen eklektikkofilosofi ja vulgääri taloustieteilijä, taantumuksellisen pikkuporvarillisen sosialismin edustaja. Filosofiansa sovelsi yhteen idealismia, vulgääriä materialismia, positivismia ja metafysiikkaa. Kirjoitti myös luonnontieteen ja kirjallisuuden kysymyksistä. Berliinin yliopiston yksityisdosentti vuosina 1863—1877. — 48—50, 57, 328—329.
- Dürer*, Albrecht (1471—1528) — suuri saksalainen renessanssikauden taiteilija. — 25.
- Döllinger*, Johann Joseph Ignaz (1799—1890) — saksalainen katolinen teologi. — 73.

E

- Edlund*, Erik (1819—1888) — ruotsalainen fyysikko, Tukholman tiedeakatemian professori, työskenteli pääasiallisesti sähköteorian alalla. — 146.
- Engels*, Friedrich (1820—1895) (elämäkerralliset tiedot). — 48, 308—309, 327, 328—329.
- Epikuros* (n. 341—270 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen materialistifilosofi, ateisti. — 53, 235.
- Eukleides* (vuoden 300 paikkeilla ennen ajanlaskuamme) — muinaiskreikkalainen matemaatikko. — 27.

F

- Fabroni*, Giovanni Valentino Matteo (1752—1822) — italialainen tiedemies. — 356.
- Faraday*, Michael (1791—1867) — englantilainen fyysikko ja kemisti, sähkö- ja magneettikenttiä koskevan opin perustanlaskija. — 141, 142, 146, 179, 181, 255, 354—356.
- Favre*, Pierre Antoine (1813—1880) — ranskalainen kemisti ja fyysikko, ensimmäisiä kokeilijoita lämpökemian alalla. — 145, 150, 152, 185.
- Fechner*, Gustav Theodor (1801—1887) — saksalainen fyysikko ja idealistifilosofi, psykoanalyysin perustaja. — 143, 154, 193, 195.
- Feuerbach*, Ludwig (1804—1872) — esimarxilaisen kauden huomattava saksalainen materialistifilosofi. — 57, 242, 246, 247.
- Fichte*, Johann Gottlieb (1762—1814) — klassisen saksalaisen filosofian edustaja, subjektiivinen idealisti. — 297.
- Fick*, Adolf (1829—1901) — saksalainen fysiologi, tutki lihaksen termodynamiikan kysymyksiä, todisti energian säilymisen lain vaikuttavan lihassupistuksessa. — 353, 380.
- Flamsteed*, John (1646—1719) — englantilainen tähtitieteilijä, Greenwichin observatorion ensimmäinen esimies, laajan tähtiluettelon laatija. — 337.
- Fourier*, Jean Baptiste Joseph (1768—1830) — ranskalainen matemaatikko, tutki algebraa ja matemaattista fysiikkaa, kirjoittanut teoksen »Théorie analytique de la chaleur». — 59, 253.
- Fredrik Vilhelm III* (1770—1840) — Preussin kuningas (1797—1840). — 247.

G

- Gallani*, Fernando (1728—1787) — italialainen porvarillinen taloustieteilijä, fysiokraattien teorian arvostelija. Väitti, että esineen arvon määrää sen hyödyllisyys, samalla esitti oikeita arveluja tavaran ja rahan olemuksesta. — 292.
- Galilei*, Galileo (1564—1642) — italialainen fyysikko ja tähtitieteilijä, mekaniikan perustojen luoja, edistykseellisen maailmankatsomuksen puolustaja. — 107, 230, 240, 336.
- Gall*, Franz Joseph (1758—1828) — itävaltalainen lääkäri ja anatomi, frenologian perustaja. — 61—64.
- Gassiot*, John Peter (1797—1877) — englantilainen fyysikko, sähköilmiöiden tutkija. — 155.
- Gerland*, Anton Werner Ernst (1838—1910) — saksalainen fyysikko, kirjoittanut tutkielmia fysiikan historiasta. — 137.
- Goethe*, Johann Wolfgang (1749—1832) — suuri saksalainen kirjailija ja ajattelija; tunnettu myös luonnontieteellisistä tutkimuksistaan. — 42, 278, 296.
- Gramme*, Zénobe Théophile (1826—1901) — ranskalainen keksijä sähkötekniikan alalla, syntyjään belgialainen. Vuonna 1869 suunnitteli sähkökoneen, jossa on renkasankkuri. — 148.
- Grimm*, Jacob (1785—1863) — saksalainen filologi, Berliinin yliopiston professori. Vertailevan ja historiallisen kielitieteen perustanlaskijoita, germaanisten kielten ensimmäisen vertailevan kieliopin tekijä. — 266—267.
- Grove*, William Robert (1811—1896) — englantilainen fyysikko ja lainoppinut. — 33, 155, 185, 197, 241, 285, 302, 304.
- Guido Aretino* (Guido d'Arezzo) (n. 990 — n. 1050) — italialainen munkki, keksi nykyaikaisen nuottienkirjoituksen perustat. — 237.
- Guthrie*, Frederick (1833—1886) — englantilainen fyysikko ja kemisti. — 357.

H

- Haeckel*, Ernst Heinrich (1834—1919) — saksalainen biologi, darvinisti, luonnontieteellisen materialismin kannattaja, ateisti; muotoili biogeneettisen kehityslain, jonka mukaan määräytyy fylogenian ja ontogeenian keskinäissuhde, oli »sosiaalisen darvinismin» taantumuksellisen teorian perustajia ja ideologeja. — 21, 253—255, 277—280, 309, 312, 314, 335, 371—374.

- Hall*, Spencer (1812—1885) — englantilainen spiritisti ja frenologi. — 61—62.
- Haller*, Albrecht (1708—1777) — sveitsiläinen luonnon tutkija, runoilija ja publisisti; yhteiskuntapoliittisilta katsomuksiltaan ääriantaumuksellinen. — 296.
- Halley*, Edmund (1656—1742) — englantilainen tähtitieteilijä ja geofyysikko, Greenwichin observatorion toinen esimies, esitti hypoteesin kiintotähtien ominaisliikkeistä, tunnettu pyrstötähtien liikkeen tutkijana. — 337.
- Hankel*, Wilhelm Gottlieb (1814—1899) — saksalainen fyysikko, tutki sähkön ongelmia, esitti sähköilmiöiden teorian, joka on läheinen Maxwellin sähkö- ja magneettikenttien teorialle. — 146.
- Hartmann*, Eduard (1842—1906) — saksalainen idealistifilosofi, sovitti yhteen Schopenhauerin filosofiaa ja Hegelin filosofian taantumuksellisia piirteitä ja alitajuksen palvontaa; Preussin junkkerien ideologi. — 54.
- Harvey*, William (1578—1657) — englantilainen lääkäri, tieteellisen fysiologian perustanlaskijoita, verenkiertojärjestelmän keksijä. — 230.
- Hauer*, Franz (1822—1899) — itävaltalainen geologi ja paleontologi. — 366.
- Hegel*, Georg Wilhelm Friedrich (1770—1831) — klassisen saksalaisen filosofian huomattava edustaja, objektii- vinen idealisti, monipuolisimmin kehitti idealistista dialektiikkaa; Saksan porvariston ideologi. — 20, 30, 52, 56—59, 75, 76, 79—83, 98—99, 141, 142, 145, 183, 184, 230—233, 250—257, 262—264, 270—279, 282, 284, 290, 292, 294—302, 307—308, 312—314, 317—318, 322, 327, 334, 335, 337—338, 344, 347, 353—354, 361, 374, 378, 379.
- Heine*, Heinrich (1797—1856) — suuri saksalainen val- lankumouksellinen runoilija. — 55, 77, 272.
- Helmholtz*, Hermann Ludwig Ferdinand (1821—1894) — saksalainen fyysikko ja fysiologi; epäjohdonmukainen materialisti, kallistui uskantilaiseen agnostisismiin. — 21, 22, 86, 87, 90—109, 114, 118, 122—124, 144, 190, 295, 344, 349, 364, 369.
- Henrici*, Friedrich Christoph (1795—1885) — saksalainen fyysikko. — 193.
- Herakleitos* (n. 540 — n. 480 e. a. a.) — muinaiskreik- kalainen filosofi, dialektiikan perustanlaskijoita, vaistonvarainen materialisti. — 232.
- Heron Aleksandrialainen* (n. 1. vuosisata) — muinaiskreik- kalainen keksijä, matemaatikko ja mekaniikan tut- kija. — 136.

- Herschel, John* (1792—1871) — englantilainen tähtitieteilijä, W. Herschelin poika. — 340.
- Herschel, William* (1738—1822) — englantilainen tähtitieteilijä. — 338—341.
- Hipparkhos* (2. vuosisata e. a. a.) — muinaiskreikkalainen tähtitieteilijä, keksi presessio-ilmiön, laati laajan kiintotähtiluettelon. — 337.
- Hobbes, Thomas* (1588—1679) — englantilainen filosofi, mekanistisen materialismin kannattaja. Hobbesin yhteiskuntapoliittisille katsomuksille olivat leimallisia jyrkästi demokratianvastaiset tendenssit. — 377.
- Hofmann, August Wilhelm* (1818—1892) — saksalainen orgaanisen kemian tutkija, vuonna 1845 valmisti ensi kerran aniliinia kivihilitervasta. — 254.
- Hohenzollernit* — Brandenburgin vaaliruhtinassuku (1415—1701), Preussin kuninkaina (1701—1918) ja Saksan hallitsijoina (1871—1918). — 254.
- Huggins, William* (1824—1910) — englantilainen tähtitieteilijä, ensimmäisiä tutkijoita, joka käytti spektrianalyysia ja valokuvausta tähtitieteessä, vuonna 1864 totesi lopullisesti kaasumaisten tähtisumujen olemassaolon. — 341.
- Hume, David* (1711—1776) — englantilainen filosofi, subjektiivinen idealisti, agnostikko. — 21, 282.
- Humboldt, Alexander* (1769—1859) — saksalainen tiedemies, luonnontutkija ja tutkimusmatkailija. — 241.
- Huxley, Thomas Henry* (1825—1895) — englantilainen luonnontutkija, biologi; Darwinin ystävä ja seuraaja, hänen oppinsa toimelias tunnetuksitekijä, filosofiassa epäjohdonmukainen materialisti. — 74.
- Huygens, Christian* (1629—1695) — alankomaalainen fyysikko, tähtitieteilijä ja matemaatikko; valon aaltoteorian perustaja. — 108.

I

- Iamblikhos* (k. n. 330) — muinaiskreikkalainen idealistifilosofi, mystikko, perusti syyrialaisen uusplatonilaisen koulukunnan. — 65.

J

- Joule, James Prescott* (1818—1889) — englantilainen fyysikko, sähkömagnetismin ja lämpöopin tutkija, määritteli lämmön mekaanisen suhdeluvun. — 33, 97, 119, 145, 152, 194, 243, 276.
- Juvenalis, Decimus Iunius* (n. 60-luvulla — vuoden 127 jälkeen) — kuuluisa roomalainen satiirirunoilija. — 194.

- Kaarle Suuri* (n. 742—814) — Frankkien valtakunnan kuningas (768—800) ja keisari (800—814). — 237.
- Kant*, Immanuel (1724—1804) — klassisen saksalaisen filosofian kantaisä, idealisti, Saksan porvariston ideologi, tunnettu myös luonnontieteellisistä tutkimuksistaan. — 21, 30, 31, 32, 34, 35, 54, 56, 87, 89, 107—109, 126, 129, 241, 252, 256, 277, 295, 297, 298, 342.
- Karolingit* — frankkilainen hallitsijasuku. Hallitsijoina vuodesta 751 alkaen Ranskassa vuoteen 987, Saksassa vuoteen 911 ja Italiassa vuoteen 887. — 266.
- Kekulé*, Friedrich August (1829—1896) — saksalainen kemisti, työskenteli orgaanisen ja teoreettisen kemian alalla. — 53, 208, 309, 314.
- Kepler*, Johannes (1571—1630) — saksalainen tähtitieteilijä, sai selville kiertotähtien liikkeen lait. — 27, 240.
- Ketteler*, Wilhelm Emanuel (1811—1877) — saksalainen kirkonmies, katolilainen, Mainzin piispa vuodesta 1850. — 73.
- Kinnersley*, Ebenezer (1711—1778) — amerikkalainen kokeilija-fyysikko. — 355.
- Kirchhoff*, Gustav Robert (1824—1887) — saksalainen fyysikko, luonnontieteellisen materialismin kannattaja. Tutki sähködynamiikan ja mekaniikan ongelmia, vuonna 1859 yhdessä Bunsenin kanssa keksi spektrianalyysin. — 114, 122, 124.
- Klipstein*, Philipp Engel (1747—1808) — saksalainen geologi ja paleontologi. — 366.
- Kohlrausch*, Friedrich Wilhelm (1840—1910) — saksalainen kokeilija-fyysikko, tunnettu tutkimuksistaan sähkö- ja magneettisten mittausten sekä elektrolyysin ja lämpösähköilmiöiden alalla. R. Kohlrauschin poika. — 167, 195, 208.
- Kohlrausch*, Rudolf Hermann Arndt (1809—1858) — saksalainen fyysikko, tunnettu galvaanisen virran tutkimuksistaan. — 198.
- Kolumbus*, Kristoffer (1451—1506) — Amerikan löytänyt merenkulkija. Syntynyt Genovassa, oli Espanjan hallitsijain palveluksessa. — 225.
- Kopernikus*, Nikolaus (1473—1543) — puolalainen tähtitieteilijä, aurinkokeskisen maailmanjärjestelmän keksijä. — 26, 29, 239.
- Kopp*, Hermann Franz Maurice (1817—1892) — saksalainen kemisti ja kemian historian tutkija. — 359.

- Lalande*, Joseph (1732—1807) — ranskalainen tähtitieteilijä. — 337.
- Lamarck*, Jean Baptiste Pierre Antoine (1744—1829) — ranskalainen luonnontutkija, ensimmäisen järjestelmällisen polveutumisosin luoja biologiassa, Darwinin edeltäjä. — 35, 241, 257, 366.
- Laplace*, Pierre Simon (1749—1827) — ranskalainen tähtitieteilijä, matemaatikko ja fyysikko, kehitti itsenäisesti, Kantista riippumatta ja perusteli matemaattisesti hypoteesin, jonka mukaan aurinkokunta on muodostunut kaasumaisesta alkusumusta. — 30, 31, 37, 56, 89, 241, 247, 252, 299, 337.
- Lavoisier*, Antoine Laurent (1743—1794) — ranskalainen kemisti, kumosi hypoteesin flogistonin olemassaolosta. — 34, 59, 359.
- Lavrov*, Pjotr Lavrovitš (1823—1900) — venäläinen sosiologi ja publisisti, narodnikkilaisuuden ideologeja, filosofiassa eklektikko. — 349, 352.
- Lecoq de Boisbaudran*, Paul Emile (1838—1912) — ranskalainen kemisti, vuonna 1875 löysi Mendelejevin ennustaman alkuaineen, galliumin. — 82.
- Leibnitz*, Gottfried Wilhelm (1646—1716) — saksalainen matemaatikko, idealistifilosofi. — 27, 107—113, 121, 137, 252, 317.
- Leonardo da Vinci* (1452—1519) — renessanssiajan suuri italialainen taiteilija, monipuolinen tutkija ja insinööri. — 25.
- Le Roux*, François Pierre (1832—1907) — ranskalainen fyysikko. — 156.
- Lessing*, Gotthold Ephraim (1729—1781) — saksalainen kirjailija, kriitikko ja filosofi, tunnettuja 1700-luvun valistusajattelijoita. — 249.
- Leukippos* (400-luku e. a. a.) — muinaiskreikkalainen materialistifilosofi, atomiopin kantaisä. — 53, 234.
- Le verrier*, Urbain Jean Joseph (1811—1877) — ranskalainen tähtitieteilijä ja matemaatikko. Vuonna 1846 laski itsenäisesti, Adamsista riippumatta siihen aikaan vielä tuntemattoman planetan, Neptunuksen, kiertoradan ja määritteli sen aseman tähtitaivaalla. — 82.
- Liebig*, Justus (1803—1873) — saksalainen tiedemies, maanviljelyskemian perustanlaskijoita. — 364—368.
- Liebkecht*, Wilhelm (1826—1900) — Saksan ja kansainvälisen työväenliikkeen toimihenkilö, vuosien 1848—1849 vallankumouksen osanottaja, Kommunistien Liiton ja Internationaalien jäsen, Saksan Sozialide-

- mokraattisen Puolueen perustanlaskijoita ja johtomiehiä, Marxin ja Engelsin ystävä ja työtoveri. — 48.
- Linné*, Carl (1707—1778) — ruotsalainen luonnontutkija, kasvien ja eläinten luokittelujärjestelmän laatija. — 27, 28, 307.
- Locke*, John (1632—1704) — englantilainen dualistifilosofi, sensualisti. — 55.
- Loschmidt*, Joseph (1821—1895) — itävaltalainen fyysikko ja kemisti, tutki muun muassa kineettistä kaasuteoriaa ja mekaanista lämpöteoriaa. — 21, 350.
- Lubbock*, John (1834—1913) — englantilainen biologi, darvinisti, tunnettu eläintieteellisistä tutkimuksistaan; etnologi ja arkeologi; rahamies ja valtiomies, liberaali. — 295.
- Luther*, Martti (1483—1546) — uskonpuhdistaja, protestanttisuuden (luterilaisuuden) perustaja Saksassa; saksalaisen porvariston ideologi. Talonpoikaissodan aikana vuonna 1525 esiintyi kapinaan nousseita talonpoikia ja kaupunkilaisköyhälistöä vastaan ruhtinaiden puolesta. — 25, 239.
- Lyell*, Charles (1797—1875) — englantilainen tiedemies, geologi. — 32—33, 241.

M

- Machiavelli*, Niccolò (1469—1527) — italialainen poliitikko, historioitsija ja kirjailija, Italian porvariston ideologeja kapitalististen suhteiden syntymäkaudella. — 25.
- Malthus*, Thomas Robert (1766—1834) — englantilainen pappi, taloustieteilijä, porvaristuneen maanomistajaylimystön ideologi, kapitalismin puoltaja, epäinhimillisen väestönkehitysteorian julistaja. — 375, 377.
- Manteuffel*, Otto Theodor, paroni (1805—1882) — preussilainen valtiomies, aatelisen virkamiehistön edustaja, sisäministeri (1848—1850), ministeripresidentti (1850—1858). — 260.
- Marggrafe*, Andreas Sigismund (1709—1782) — saksalainen kemisti, vuonna 1747 havaitsi sokerijuurikkaan sisältävän sokeria. — 254.
- Marx*, Karl (1818—1883) (elämäkerralliset tiedot). — 58.
- Maskelyne*, Nevil (1732—1811) — englantilainen tähtitieteilijä, Greenwichin observatorion viides esimies. — 337.
- Maxwell*, James Clerk (1831—1879) — englantilainen fyysikko, loi klassisen sähkö- ja magneettikenttien teorian. — 123, 124, 137, 146, 147, 230, 353.

- Mayer*, Julius Robert (1814—1878) — saksalainen luonnontutkija, yksi ensimmäisistä energian säilymisen ja muuttumisen lain löytäneistä tiedemiehistä. — 33, 96, 243, 276, 342, 344.
- Mendelejev*, Dmitri Ivanovitš (1834—1907) — venäläinen tiedemies, vuonna 1869 keksi kemiallisten alkuainesten jaksollisen järjestelmän. — 82.
- Meyer*, Julius Lothar (1830—1895) — saksalainen kemisti, tutki pääasiallisesti fysikaalisen kemian ongelmia. — 208, 311.
- Moleschott*, Jacob (1822—1893) — fysiologi ja filosofi, kannatti vulgääria materialismia. Syntyjään alankomaalainen, toimi professorina Saksassa, Sveitsissä ja Italiassa. — 249.
- Molière*, Jean Baptiste (oik. sukunimi Poquelin) (1622—1673) — ranskalainen näytelmäkirjailija. — 83.
- Montalembert*, Marc René (1714—1800) — ranskalainen kenraali, linnoitusinsinööri, kehitti uuden linnoitusjärjestelmän, jota käytettiin laajalti 1800-luvulla. — 25.
- Mozart*, Wolfgang Amadeus (1756—1791) — suuri itävaltalainen säveltäjä. — 72.
- Murray*, Lindley (1745—1826) — englantilainen kielen-
tutkija. — 65.
- Münster*, Georg (1776—1844) — saksalainen paleontologi. — 366.
- Mädler*, Johann Heinrich (1794—1874) — saksalainen tähtitieteilijä. — 31, 37, 44, 235, 337—341, 352.

N

- Napter*, John (1550—1617) — skotlantilainen matemaatikko, keksi logaritmien käytön. — 27.
- Naumann*, Alexander Nicolaus Franz (1837—1922) — saksalainen kemisti. — 124, 155, 195.
- Neumann*, Carl Gottfried (1832—1925) — saksalainen matemaatikko ja fyysikko. — 144.
- Newcomen*, Thomas (1663—1729) — englantilainen seppä, höyrykoneen keksijöitä. — 137.
- Newton*, Isaac (1642—1727) — englantilainen fyysikko, tähtitieteilijä ja matemaatikko, klassisen mekaniikan perustanlaskija. — 27—31, 60, 89, 240, 248, 252, 254, 258, 307, 317, 336, 337, 343, 354.
- Nicholson*, Henry Alleyne (1844—1899) — englantilainen biologi, tunnettu eläintieteen ja paleontologian tutkimuksistaan. — 372, 373, 379.
- Nicolai*, Friedrich (1733—1811) — saksalainen kirjaili-

ja, »valistuneen yksinvallan» kannattaja. Filosofiaassa esiintyi Kantia ja Fichteä vastaan. — 249.
Nägeli, Karl Wilhelm (1817—1891) — saksalainen kasvitieteilijä, darvinismin vastustaja, agnostikko ja metafysiikko. — 21, 50, 285—291.

O

- Ohm*, Georg Simon (1787—1854) — saksalainen fyysikko, vuonna 1826 keksi sähköisten virtapiirien peruslain, joka määrää virtapiirin vastuksen, sähkömotorisen voiman ja virranvoimakkuuden välisen suhteen. — 153—154.
Oken, Lorenz (1779—1851) — saksalainen luonnontutkija ja luonnonfilosofi. — 35, 252, 254.
Olbers, Heinrich Wilhelm Mathias (1758—1840) — saksalainen tähtitieteilijä. — 339.
Owen, Richard (1804—1892) — englantilainen eläintieteilijä ja paleontologi, darvinismin vastustaja. Kehitti idealistista käsitystä selkärankaisten rakenteen »arkkityypistä» eli alkumuodosta. Vuonna 1863 esitti ensi kerran kuvauksen jurakauden *Archaeopteryx*-linnusta. — 253.

P

- Paganini*, Niccolò (1782—1840) — italialainen viulutaiteilija ja säveltäjä. — 212.
Papin, Denis (1647—1714) — ranskalainen fyysikko, höyrykoneen keksijöitä. — 137.
Pasteur, Louis (1822—1895) — ranskalainen tiedemies, mikrobiologian perustanlaskija. — 363.
Perty, Joseph Anton Maximilian (1804—1884) — saksalainen luonnontutkija. — 365.
Plinius (Gaius Plinius Secundus) (23—79) — roomalainen tiedemies, luonnontutkija, kirjoittanut 37 kirjaa käsittäneen teoksen »*Historia Naturalis*». — 255.
Plutarkhos (n. 46 — n. 125) — muinaiskreikkalainen moralistikirjailija ja idealistifilosofi. — 231, 232.
Poggendorff, Johann Christian (1796—1877) — saksalainen fyysikko, tunnettu tutkimuksistaan sähkömittausten alalla, aikakauslehden »*Annalen der Physik und Chemie*» perustaja ja julkaisija. — 182, 183, 202.
Polo, Marco (1254—1324) — italialainen tutkimusmatkailija, vuosina 1271—1295 suoritti Kiinan-matkan. — 237.
Prevost, Antoine François (1697—1763) — ranskalainen kirjailija, pienoisoromaanin »*Manon Lescaut*» tekijä. — 248.

Priestley, Joseph (1733—1804) — englantilainen kemisti, materialistifilosofi, edistysmielinen julkisuuden toimihenkilö, teollisen kumouksen kaudella Englannin porvariston radikaalisen osan ideologi. Vuonna 1774 keksi hapen. — 59, 288.

Ptolemaios, Klaudios (2. vuosisata) — muinaiskreikkalainen matemaatikko, tähtitieteilijä ja maantieteilijä, kehitti maailmankaikkeuden maakeskistä yleisrakennetta koskevan opin. — 27.

Pythagoras (n. 571—497 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen matemaatikko, idealistifilosofi, orjanomistajaylimystön ideologi. — 231—234, 314.

Q

Quenstedt, Friedrich August (1809—1889) — saksalainen mineralogi, geologi ja paleontologi, Tübingenin yliopiston professori. — 366.

R

Rafael (oik. Raffaello Santi) (1483—1520) — renessanssijan suuri italialainen taiteilija. — 212.

Raoult, François Marie (1830—1901) — ranskalainen kemisti, tunnettu fysikaalisen kemian tutkimuksistaan. — 145, 152, 194.

Renault, Bernard (1836—1904) — ranskalainen paleontologi, tutki myös sähkökemialla. — 180, 181.

Reynard, François (1805—1870 jälkeen) — ranskalainen insinööri, kirjoittanut fysiikan ongelmia käsitteleviä teoksia. Sähköteorian alalla esittänyt hypoteesin, joka on hyvin läheinen Maxwellin sähkö- ja magneettikentän teorialle. — 146.

Ritter, Johann Wilhelm (1776—1810) — saksalainen fyysikko, tutki sähköilmiöitä. — 152.

Roscoe, Henry Enfield (1833—1915) — englantilainen kemisti, kemian oppikirjojen laatija. — 82.

Rosenkranz, Johann Karl Friedrich (1805—1879) — saksalainen filosofi, hegeliläisyyden kannattaja ja kirjallisuushistorioitsija. — 254.

Rosse, William Parsons, kreivi (1800—1867) — englantilainen tähtitieteilijä, vuonna 1845 rakennutti jättiläisteleskoopin, jonka avulla tutki monia tähtisumuja. — 340, 342.

Ruhmkorff, Heinrich Daniel (1803—1877) — saksalainen mekaanikko, työskenteli Ranskassa. Vuonna 1852 keksi kipinäinduktorin, kojeen, jonka avulla pienjännitteistä katkovirtaa muunnetaan suurjännitteiseksi katkovirraksi. — 357.

- Saint-Simon*, Claude Henri (1760—1825) — ranskalainen utopistisocialisti. — 20, 30, 307.
- Savery*, Thomas (1650—1715) — englantilainen insinööri, höyrykoneen keksijöitä. — 137.
- Schiller*, Friedrich (1759—1805) — saksalainen kirjailija. — 202.
- Schleiden*, Mathias Jakob (1804—1881) — saksalainen kasvitieteilijä, vuonna 1838 esitti teorian, jonka mukaan uusia soluja muodostuu vanhoista. — 243.
- Schmidt*, Eduard Oskar (1823—1886) — saksalainen eläintieteilijä, darvinisti, professorina Strassburgissa. — 21.
- Schopenhauer*, Arthur (1788—1860) — saksalainen idealistifilosofi, voluntarismin, irrationalismin ja pessimismin julistaja, Preussin junkkerien ideologi. — 54.
- Schorlemmer*, Karl (1834—1892) — saksalainen orgaanisen kemian tutkija, professorina Manchesterissa; materialisti-dialektikko; Saksan Sosialidemokraattisen Puolueen jäsen; Marxin ja Engelsin ystävä. — 82, 251.
- Schwann*, Theodor (1810—1882) — saksalainen biologi, vuonna 1839 esitti eliöiden rakenteen soluteorian. — 243.
- Secchi*, Angelo (1818—1878) — italialainen tähtitieteilijä, Rooman observatorion esimies, tutki Aurinkoa ja tähtiä; jesuiitta. — 37, 43, 44, 248, 338—342, 353.
- Servet*, Michael (1511—1553) — espanjalainen renessanssiajan tiedemies, ammatiltaan lääkäri, teki tärkeitä löytöjä verenkierron tutkimuksen alalla. — 26, 239.
- Siemens*, Werner (1816—1892) — saksalainen keksijä ja teollisuusmies, toiminut sähkötekniikan alalla. Keusi magneettisen sähkökoneen, jossa on sylinteriankkuri (1856), ja dynamon (1866). — 148.
- Silbermann*, Jean Thiebaut (1806—1865) — ranskalainen fyysikko, yhdessä Favren kanssa harrasti termokeemian tutkimuksia. — 185.
- Smee*, Alfred (1818—1877) — englantilainen kirurgi ja fyysikko, tutki sähköön käyttöä biologiassa ja metalliteollisuudessa; keksi galvaanisen pariston, jossa sinkki ja hopea ovat rikkihapossa. — 150.
- Snellius*, Willebrord (1580—1626) — alankomaalainen matemaatikko ja tähtitieteilijä, keksi valon taittumisen lain. — 342.
- Solon* (n. 638 — n. 558 e. a. a.) — ateenalainen lainsäätäjä, kansanjoukkojen painostuksesta saattoi voimaan lakeja, jotka oli suunnattu sukuylimystä vastaan. — 252.

- Spencer*, Herbert (1820—1903) — englantilainen porvarillinen filosofi ja sosiologi, positivististi, kapitalismin puolustaja. — 316.
- Spinoza*, Baruch (1632—1677) — alankomaalainen materialistifilosofi, ateisti. — 30, 248, 249, 284.
- Starcke*, Carl Nicolai (1858—1926) — tanskalainen filosofi ja sosiologi. — 247.
- Strauss*, David Friedrich (1808—1874) — saksalainen filosofi, tunnettu nuorhegeliläinen; kirjoitti teoksen »Das Leben Jesu, kritisch bearbeitet». Vuoden 1866 jälkeen kansallisliberaali. — 169.
- Suter*, Heinrich (1848—1922) — sveitsiläinen matematiikan professori, kirjoittanut matematiikan historiaa tutkivia teoksia. — 108—112, 116, 121.

T

- Tait*, Peter Guthrie (1831—1901) — englantilainen fyysikko ja matemaatikko. — 113—114, 122, 124, 126—132.
- Thales Miletolainen* (n. 624—547 e. a. a.) — muinaiskreikkalainen filosofi, vaistonvaraisen materialistisen Miletoksen koulukunnan perustaja. — 99, 230—231, 233, 344.
- Thomsen*, Hans Peter Jürgen Julius (1826—1909) — tanskalainen kemisti, Kööpenhaminan yliopiston professori, lämpökemian keksijöitä. — 162, 175, 183.
- Thomson*, Thomas (1773—1852) — englantilainen kemisti, Glasgowin yliopiston professori, kannatti Daltonin atomiteoriaa. — 138, 140—141, 142, 254, 354—356.
- Thomson*, William, paroni *Kelvin* vuodesta 1892 (1824—1907) — englantilainen fyysikko, johti teoreettisen fysiikan oppituolia Glasgowin yliopistossa (1846—1899). Tutki termodynamiikkaa, sähkötekniikkaa ja matemaattista fysiikkaa. Vuonna 1852 esitti idealistisen hypoteesin »maailmankaikkeuden lämpökuolemasta». — 113, 124, 126—132, 216, 330, 350, 364.
- Thorvaldsen*, Bertel (1768—1844) — tanskalainen kuvanveistäjä. — 212.
- Torricelli*, Evangelista (1608—1647) — italialainen fyysikko ja matemaatikko. — 27, 230.
- Traube*, Moriz (1826—1894) — saksalainen kemisti ja fysiologi, valmisti keinotekoisia soluja, joilla oli aineenvaihdunta- ja kasvukyky. — 370.
- Tyndall*, John (1820—1893) — englantilainen fyysikko. — 248, 371.

- Wagner*, Moritz Friedrich (1813—1887) — saksalainen biologi, darvinisti, maantieteilijä ja tutkimusmatkailija. — 364—366.
- Wallace*, Alfred Russel (1823—1913) — englantilainen biologi, eliömaantieteen perustajia, kehitti Darwinin kanssa samanaikaisesti luonnollisen valinnan teorian; spiritismin kannattaja. — 60—69, 71—74.
- Varley*, Cromwell Fleetwood (1828—1883) — englantilainen sähköinsinööri. — 67.
- Watt*, James (1736—1819) — englantilainen keksijä, höyrykoneen huomattavin kehittäjä. — 137.
- Weber*, Wilhelm Eduard (1804—1891) — saksalainen fyysikko, tutki sähköoppia ja magnetismia. — 143, 144.
- Wheatstone*, Charles (1802—1875) — englantilainen fyysikko, tunnettu sähköalan tutkimuksistaan. — 194.
- Whewell*, William (1794—1866) — englantilainen idealistifilosofi ja tieteen historioitsija, mineralogian professori (1828—1832) ja moraalifilosofian professori (1838—1855) Cambridgessä. — 279.
- Whitworth*, Joseph (1803—1887) — englantilainen teollisuusmies ja sota-alan keksijä. — 119.
- Wiedemann*, Gustav Heinrich (1826—1899) — saksalaisen fyysikko, kirjoittanut tiivistelmän sähköopillisista tutkimuksista. — 139—207, 327, 358.
- Wilke*, Christian Gottlob (1786—1854) — saksalainen teologi, harrasti raamatun filologis-historiallista tutkimusta. — 169.
- Winterl*, Jakob Joseph (1739—1809) — itävaltalainen lääkäri, kasvitieteilijä ja kemisti. — 355.
- Virchow*, Rudolf (1821—1902) — saksalainen luonnontutkija, sellulaaripatologian perustaja. — 21, 50, 72, 251.
- Wislicenus*, Johannes (1835—1902) — saksalainen orgaanisen kemian tutkija. — 380.
- Vogt*, Karl (1817—1895) — saksalainen luonnontutkija, vulgääri materialisti, pikkuporvarillinen demokraatti. Osallistui vuosien 1848—1849 Saksan vallankumoukseen, 1850- ja 60-luvulla maanpaossa, Louis Bonaparten palkkaama salainen asiamies. — 53, 249.
- Wolff*, Caspar Friedrich (1733—1794) — luonnontutkija, eliöiden kehitystä tutkivan opin perustanlaskijoita. Työskenteli Saksassa ja Venäjällä. — 35.
- Wolff*, Christian (1679—1754) — saksalainen idealistifilosofi, metafysikko. — 30, 55, 271.
- Wolf*, Julius Rudolf (1816—1893) — sveitsiläinen tähtitieteilijä, spesialisti auringonpilkkujen tutkimisen ja tähtitieteen historian alalla. — 235, 342.

- Wollaston*, William Hyde (1766—1828) — englantilainen luonnontutkija, fyysikko ja kemisti, atomiopin vastustaja. — 356.
- Volta*, Alessandro (1745—1827) — italialainen fyysikko ja fysiologi, galvaanisen sähköopin perustajia. — 151, 152, 199.
- Voltaire*, François Marie (oikea sukunimi *Arouet*) (1694—1778) — ranskalainen deistifilosofi, satiirikkokirjailija, historioitsija, 1700-luvun porvarillisten valitusaatteiden tunnettu kannattaja, taisteli itsevaltiutta ja katolista kirkkoa vastaan. — 249.
- Worm-Müller*, Jacob (1834—1889) — saksalainen lääkäri, fysiologi ja fyysikko. — 193.
- Wundt*, Wilhelm (1832—1920) — saksalainen fysiologi, psykologi ja idealistifilosofi. — 372.
- Wöhler*, Friedrich (1800—1882) — saksalainen kemisti, ensimmäisenä valmisti orgaanisen yhdisteen epäorgaanisista aineista. — 245.

Z

- Zöllner*, Johann Karl Friedrich (1834—1882) — saksalainen astrofyysikko, Leipzigin yliopiston professori, spiritismin kannattaja. — 70, 71.

NIMIÄ
KIRJALLISUUDESTA
JA MYTOLOGIASTA

- Chevalier des Grieux* — Prévostin pienoisromaanin »Manon Lescaut» sankari. — 248.
- Crispinus* — henkilöahmo Juvenalisin IV satiirista. — 194.
- Joosua* — raamatullinen henkilö. — 135.
- Jourdain* — Molièren huvinäytelmän »Porvari aatelmiehenä» pääsankari. — 83.
- Manon Lescaut* — Prévostin samannimisen pienoisromaanin pääsankaritar. — 248.

SITEERATUN JA MAINITUN KIRJALLISUUDEN HAKEMISTO

- Allman, G. J.* Recent progress in our knowledge of the ciliate infusoria. Anniversary address to the Linnean Society, May 24, 1875. In: »Nature», vol. XII, №№ 294—296, June 17, and 24, and July 1, 1875. — 371.
- Aristoteles.* Metaphysica. Ad optimorum librorum fidem accurate edita. Editio stereotypa C. Tauchnitii. In: Aristotelis opera omnia. Vol. II. Lipsiae, 1832. — 230—235.
- B., J. F.* Croll's »Climate and time». In: »Nature», vol. XII, №№ 294—295, June 17, and 24, 1875. — 371.
- Baco, F.* Historia naturalis et experimentalis. Ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa vuosina 1622—1623. — 60.
- Baco, F.* Novum Organum. Ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa v. 1620. — 343.
- Bossut, Ch.* Traités de calcul différentiel et de calcul intégral. Tome I. Paris, an VI [1798]. — 323—326.
- Büchner, L.* Der Mensch und seine Stellung in der Natur in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Oder: Woher kommen wir? Wer sind wir? Wohin gehen wir? Zweite, vermehrte Auflage. Leipzig, 1872. — 249, 252.
- C., G.* Mascart and Joubert's »Electricity and magnetism». In: »Nature», vol. XXVI, № 659, June 15, 1882. — 139.
- Carnot, S.* Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance. Paris, 1824. — 59, 137, 281.
- Clausius, R.* Die mechanische Wärmetheorie. Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage des unter dem Titel »Abhandlungen über die mechanische

- Wärmetheorie» erschienenen Buches. Band I. Entwicklung der Theorie, soweit sie sich aus den beiden Hauptsätzen ableiten lässt, nebst Anwendungen. Braunschweig, 1876. — 124, 134, 266.
- Clausius, R.* Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie. Ein Vortrag, gehalten in einer allgemeinen Sitzung der 41. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Frankfurt a. M. am 23. September 1867. Braunschweig, 1867. — 336, 349—352.
- Comte, A.* Cours de philosophie positive. Tome I. Paris, 1830. — 307.
- Copernicus, N.* De revolutionibus orbium coelestium. Norimbergae, 1543. — 26, 239.
- Croll, J.* Climate and time in their geological relations; a Theory of secular changes of the earth's climate. London, 1875. — 371.
- Crookes, W.* The Last of »Katie King«. The photographing of »Katie King« by the aid of the electric light. In: »The Spiritualist Newspaper«, vol. IV, № 23, June 5, 1874. — 67—69.
- D'Alembert.* Traité de dynamique, dans lequel les loix de l'équilibre et du mouvement des corps sont réduites au plus petit nombre possible et démontrées d'une manière nouvelle, et où l'on donne un principe général pour trouver le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres, d'une manière quelconque. Paris, 1743. — 109—113.
- Darwin, Ch.* The Descent of man, and selection in relation to sex. In two volumes. London, 1871. — 210.
- Darwin, Ch.* On the origin of species by means of natural selection, or the Preservation of favoured races in the struggle for life. London, 1859. — 35, 271, 375—376, 377.
- Davies, Ch. M.* Mystic London: or, Phasis of occult life in the metropolis. London, 1875. — 69, 74.
- Diogenes Laërtius.* De vitis philosophorum libri X cum indice rerum. Ad optimorum librorum fidem accurate editi. Editio stereotypa C. Tauchnitii. Tomus II. Lipsiae, 1833. — 53, 231—235.
- Draper, J. W.* History of the intellectual development of Europe. In two volumes. London, 1864. — 46, 283.
- Du Bois-Reymond, E.* Über die Grenzen des Naturerkennens. Ein Vortrag in der zweiten öffentlichen Sitzung der 45. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Leipzig am 14. August 1872. Leipzig, 1872. — 21.

- Dühring, E.* Cursus der Philosophie als streng wissenschaftlicher Weltanschauung und Lebensgestaltung. Leipzig, 1875. — 329.
- Engels, F.* Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Philosophie. Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der politischen Oekonomie. Herrn Eugen Dühring's Umwälzung des Sozialismus. In: »Vorwärts«, 3. Januar 1877 — 7. Juli 1878. — 48, 309.
- Engels, F.* Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Wissenschaft. Philosophie. Politische Oekonomie. Sozialismus. Leipzig, 1878. — 309, 327—329.
- Feuerbach, L.* Nachgelassene Aphorismen. In: K. Grün. Ludwig Feuerbach in seinem Briefwechsel und Nachlass sowie in seiner philosophischen Charakterentwicklung. Band II. Leipzig und Heidelberg, 1874. — 246.
- Feuerbach, L.* Die Unsterblichkeitsfrage vom Standpunkt der Anthropologie. In: Ludwig Feuerbach's sämtliche Werke. Band III. Leipzig, 1847. — 247.
- Fick, A.* Die Naturkraefte in ihrer Wechselbeziehung. Populaere Vortraege. Würzburg, 1869. — 353.
- Fourier, J. B. J.* Théorie analytique de la chaleur. Paris, 1822. — 59, 253.
- Fraas, C.* Klima und Pflanzenwelt in der Zeit. Landshut, 1847. — 223.
- Galiani, F.* Della moneta (1750). Libro II. In: Scrittori classici italiani di economia politica. Parte moderna. Tomo III. Milano, 1803. — 292.
- Goethe, J. W.* Faust. Der Tragödie Erster Theil. — 42.
- Grimm, J.* Deutsche Rechtsalterthümer. Göttingen, 1828. — 218.
- Grimm, J.* Geschichte der deutschen Sprache. Vierte Auflage, Leipzig, 1880. — 266—267.
- Grove, W. R.* The Correlation of physical forces Third edition. London, 1855. — 33, 285, 302, 304—305.
- Guthrie, F.* Magnetism and electricity. London and Glasgow, 1876. — 357.
- Haeckel, E.* Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Grundzüge der menschlichen Keimes- und Stammes-Geschichte. Leipzig, 1874. — 255, 373, 374.
- Haeckel, E.* Freie Wissenschaft und freie Lehre. Eine Entgegnung auf Rudolf Virchow's Münchener Rede über »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat«. Stuttgart, 1878. — 21.
- Haeckel, E.* Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wis-

senschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie. Band I: Allgemeine Anatomie der Organismen. Berlin, 1866. — 373.

Haeckel, E. Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen. Vierte verbesserte Auflage. Berlin, 1873. — 254—255, 278, 371—374.

Haeckel, E. Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzugung der Lebenstheilchen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwicklungsvorgänge. Berlin, 1876. — 309, 312, 335.

Hegel, G. W. F. Werke. Vollständige Ausgabe durch einen Verein von Freunden des Verewigten: Ph. Marheineke, J. Schulze, Ed. Gans, Lp. v. Henning, H. Hotho, C. Michelet, F. Förster. Bd. I—XVIII. Band II. Phänomenologie des Geistes. Zweite unveränderte Auflage. Berlin, 1841. — 272.

Band III. Wissenschaft der Logik. Erster Theil. Die objective Logik. Erste Abtheilung. Die Lehre vom Seyn. Zweite unveränderte Auflage. Berlin, 1841. — 75, 79, 272, 290, 292, 301, 317—318, 322.

Band IV. Wissenschaft der Logik. Erster Theil. Die objective Logik. Zweite Abtheilung. Die Lehre vom Wesen. Zweite unveränderte Auflage. Berlin, 1841. — 75, 99, 253, 271, 297, 379.

Band V. Wissenschaft der Logik. Zweiter Theil. Die subjective Logik, oder: Die Lehre vom Begriff. Zweite unveränderte Auflage. Berlin, 1841. — 256, 274—278, 298, 308, 312, 378.

Band VI. Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Erster Theil. Die Logik. Zweite Auflage. Berlin, 1843. — 79, 250, 252, 253, 262—263, 282, 290, 296, 297, 299, 300, 314, 361.

Band VII. Erste Abtheilung. Vorlesungen über die Naturphilosophie als der Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse Zweiter Theil. Berlin, 1842. — 141, 142, 294, 302, 337—338, 347, 354.

Band XIII. Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie. Erster Band. Berlin, 1833. — 99, 230—233, 312, 344.

Band XIV. Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie. Zweiter Band. Berlin, 1833. — 312.

Band XV. Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie. Dritter Band. Berlin, 1836. — 250, 256, 312.

- Heine, H.* Disputation. — 272.
- Heine, H.* Neuer Frühling. — 55.
- Heine, H.* Ueber den Denunzianten. Eine Vorrede zum dritten Theile des Salons. Hamburg, 1837. — 77.
- Helmholtz, H.* Populäre wissenschaftliche Vorträge. Heft II. Braunschweig, 1871. — 21, 22, 91—107, 122, 123.
- Helmholtz, H.* Ueber die Erhaltung der Kraft, eine physikalische Abhandlung, vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23sten Juli 1847. Berlin, 1847. — 87, 97, 114, 123, 124.
- Hobbes, T.* Elementa philosophica de cive. Amsterodami, 1647. — 377.
- Hofmann, A. W.* Ein Jahrhundert chemischer Forschung unter dem Schirme der Hohenzollern. Rede zur Gedächtnissfeier des Stifters der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 3. August 1881 in der Aula der Universität gehalten. Berlin, 1881. — 254.
- Jamblichus.* De divinatione. — 65.
- Juvenalis.* Satirae. — 194.
- Kant, I.* Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. 1755. In: I. Kant. Sämmtliche Werke. In chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein. Band I. Leipzig, 1867. — 30, 31.
- Kant, I.* Kritik der Urtheilskraft. Berlin und Libau, 1790. — 255, 277.
- Kant, I.* Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, deren sich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen. 1747. In: I. Kant. Sämmtliche Werke. In chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein. Band I. Leipzig, 1867. — 87, 109.
- Kant, I.* Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechslung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunes erlitten habe, und woraus man sich ihrer versichern könne. 1754. In: I. Kant. Sämmtliche Werke. In chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein. Band I. Leipzig, 1867. — 129, 342.
- Kekulé, A.* Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie. Rede gehalten beim Antritt des Recto-

- rats der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität am 18. October 1877. Bonn, 1878. — 53, 309, 314.
- Kirchhoff, G.* Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik. 2. Auflage. Leipzig, 1877. — 114, 122, 124.
- Kohlrausch, F.* Das elektrische Leitungsvermögen der wässerigen Lösungen von den Hydraten und Salzen der leichten Metalle, sowie von Kupfervitriol, Zinkvitriol und Silbersalpeter. In: »Annalen der Physik und Chemie«, herausgegeben von G. Wiedemann. Neue Folge, Band VI, № 1. Leipzig, 1879. — 167.
- Kopernik* — ks. *Copernicus*.
- Kopp, H.* Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit. Abt. I: Die Entwicklung der Chemie vor und durch Lavoisier. München, 1871. — 359.
- Laplace, P. S.* Exposition du système du monde. Tome II. Paris, l'an IV de la République Française [1796]. — 30, 31, 37.
- Lavrov, P. L.* Опыт истории мысли. Том I. С.-Петербург, 1875. — 348—349, 352.
- Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin*, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Bearbeitet und herausgegeben von E. Gerland. Berlin 1881. — 137.
- Liebig, J.* Chemische Briefe. Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Band I. Leipzig und Heidelberg, 1859. — 365.
- Lubbock, J.* Ants, bees, and wasps; a record of observations on the social hymenoptera. London, 1882. — 295.
- Mädler, J. H.* Der Wunderbau des Weltalls, oder Populäre Astronomie. Fünfte, gänzlich neu bearbeitete Auflage, Berlin, 1861. — 31, 37, 44, 235, 337—341, 352.
- Marx, K.* Das Kapital. Kritik der politischen Oekonomie. Erster Band. Zweite verbesserte Auflage. Hamburg, 1872. — 58.
- Maxwell, J. C.* Theory of heat. Forth edition. London, 1875. Ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa v. 1871. — 123, 124, 353.
- Mayer, J. R.* Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Stuttgart, 1874. Ensimmäinen painos ilmestyi Stuttgartin v. 1867. — 96, 276, 342, 344.
- Meyer, L.* Die Natur der chemischen Elemente als Function ihrer Atomgewichte. In: »Annalen der Chemie und Pharmacie« herausgegeben und redigirt von F. Wöhler, J. Liebig und H. Kopp. VII. Supplementband. Leipzig und Heidelberg, 1870. — 311.

- Molière, J. B.* Le Bourgeois gentilhomme. — 83.
- Nägeli, C.* Die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkenntniss. Vortrag, gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung. In: »Tageblatt der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München 1877». Beilage. — 21, 50, 285—291.
- »*Nature*». Vol. XVII, № 420, November 15, 1877. University and educational intelligence: Bonn [On the address on the scientific position of chemistry, and the fundamental principles of this science, delivered by Prof. Kekulé on entering upon the duties of rector of the University]. — 309.
- Naumann, A.* Handbuch der allgemeinen und physikalischen Chemie. Heidelberg, 1877. — 124, 155—156, 157, 162, 175, 183, 186, 195.
- Newton, I.* Philosophiae naturalis principia mathematica. Editio secunda. Cantabrigiae, 1713. Ensimmäinen painos ilmestyi Lontoossa v. 1687. — 31, 258.
- Nicholson, H. A.* A Manual of zoology. Ensimmäinen painos ilmestyi Edinburgissa ja Lontoossa v. 1870. — 35, 261, 279, 372, 373, 379.
- Owen, Richard.* On the nature of limbs. A discourse delivered on Friday, February 9, at an evening meeting of the Royal Institution of Great Britain. London, 1849. — 253.
- Papin, D.* — ks. *Leibnitzens und Huygens* Briefwechsel mit *Papin*.
- Prevost, A. F.* Histoire du chevalier des Grieux et de Manon Lescaut. — 248.
- Raamattu.* — 60, 135, 169, 233, 352.
- Romanes, G. J.* Ants, bees, and wasps. In: »*Nature*», vol. XXVI, № 658, June 8, 1882. — 295.
- Roscoe, H. E.* und *Schorlemmer, C.* Ausführliches Lehrbuch der Chemie. Band II: Die Metalle und Spectralanalyse. Braunschweig, 1879. — 82.
- Rosenkranz, K.* System der Wissenschaft. Ein philosophisches Encheiridion. Königsberg, 1850. — 254.
- Schiller, F.* Die Bürgerschaft. — 202.
- Schmidt, O.* Darwinismus und Socialdemocratie. Ein Vortrag gehalten bei der 51. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Cassel. Bonn, 1878. — 21.
- Secchi, A.* Die Sonne. Die wichtigeren neuen Entdeckungen über ihren Bau, ihre Strahlungen, ihre Stellung im Weltall und ihr Verhältniss zu den übrigen Himmelskörpern. Autorisirte deutsche Ausgabe. Braunschweig, 1872. — 37, 43, 44, 248, 338—342, 353.
- Spinoza, B.* Ethica ordine geometrico demonstrata et in quinque partes distincta. — 248, 284.

- Starcke, C. N.* Ludwig Feuerbach. Stuttgart, 1885. — 247.
- Suter, H.* Geschichte der mathematischen Wissenschaften. Th. II: Vom Anfange des XVII. bis gegen das Ende des XVIII. Jahrhunderts. Zürich, 1875. — 108—112, 116.
- Tait, P. G.* Force. Evening lecture at the Glasgow meeting of the British Association, Sept. 8. In: »Nature«, vol. XIV, № 360, September 21, 1876. — 122.
- Thomson, Th.* An Outline of the sciences of heat and electricity. Second edition, remodelled and much enlarged. London, 1840. — 138, 140—141, 254, 354—356.
- Thomson, W.* and *Tait, P. G.* Treatise on natural philosophy. Vol. I. Oxford, 1867. — 113, 124, 126—132.
- Thomson, W.* und *Tait, P. G.* Handbuch der theoretischen Physik. Autorisirte deutsche Übersetzung. Band I, Theil II, Braunschweig, 1874. — 364.
- Tyndall, J.* Inaugural address [delivered at the forty-fourth annual meeting of the British Association for the Advancement of Science in Belfast]. In: »Nature«, vol. X, № 251, August 20, 1874. — 248.
- Tyndall, J.* On Germs. On the optical deportment of the atmosphere in reference to the phenomena of putrefaction and infection. Abstract of a paper read before the Royal Society, January 13th. In: »Nature«, vol. XIII, №№ 326—327, January 27, and February 3, 1876. — 371.
- Virchow, R.* Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Vierte, neu bearbeitete und stark vermehrte Auflage. Berlin, 1871. — 72, 251.
- Virchow, R.* Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat. Rede gehalten in der dritten allgemeinen Sitzung der fünfzigsten Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu München am 22. September 1877. Berlin, 1877. — 21, 50.
- Wagner, M.* Naturwissenschaftliche Streitfragen. I. Justus v. Liebig's Ansichten über den Lebensursprung und die Descendenztheorie. In: Beilage zur »Allgemeinen Zeitung« №№ 279—281, 6.—8. Oktober 1874. — 364—370.
- Wallace, A. R.* On miracles and modern spiritualism. Three essays. London, 1875. — 60—69, 72, 74.
- Whewell, W.* History of the inductive sciences, from the earliest to the present times. In three volumes. London, 1837. — 279.

- Whewell, W.* The Philosophy of the inductive sciences, founded upon their history. In two volumes. London, 1840. — 279.
- Wiedemann, G.* Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. Zweite neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, 1872—1874. Band I: Die Lehre vom Galvanismus. Band II: Die Lehre von den Wirkungen des galvanischen Stromes in die Ferne. Abt. 1: Elektrodynamik, Elektromagnetismus und Diamagnetismus. Abt. 2: Induction und Schlusscapitel. — 139—207, 327, 358.
- Wolf, R.* Geschichte der Astronomie. München, 1877. — 235, 342.
- Wolff, C. F.* Theoria generationis. Halae, 1759. — 35.
- Wundt, W.* Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Dritte völlig umgearbeitete Auflage. Erlangen, 1873. Ensimmäinen painos ilmestyi Erlangenissa v. 1865. — 372.

AIKAKAUSJULKAISUHAKEMISTO

- »*Acta Eruditorum*» (Leipzig). — 109.
- »*Allgemeine Zeitung*» (Augsburg). — 364.
- »*Annalen der Physik und Chemie*» (Leipzig). — 167.
- »*The Echo*» (Lontoo). — 66.
- »*Nature. A Weekly Illustrated Journal of Science*» (Lontoo). — 122, 139, 295, 309, 371.
- »*The Spiritualist Newspaper*» (Lontoo). — 68.
- »*Vorwärts*». — 48, 308.

ASIAHAKEMISTO

A

- Aasia* — 236, 375.
Aatelisto — 23, 238.
Abstraktio
— abstrahointi eläimillä ja ihmisellä — 273—274;
— abstrahointikyvyn kehitys ja työ — 216;
— abstraktisen ajattelun välttämättömyys ja merkitys — 251, 285, 290;
— abstraktinen ja konkreettinen — 273;
— esimerkkejä abstraktiosta — 192, 281, 313;
— materia-käsite abstraktiona — 299, 313;
— aika- ja avaruus-käsite abstraktiona — 290;
— matemaattiset abstraktiot — 281, 324, 330—334.
Aggregaatiotilat — 77—79, 91, 93, 284, 351.
Agnostisismi (sen arvostelu) — ks. *Tiedostaminen*.
Aika — 236;
— avaruus ja aika olemisen perusmuotoina — 289—290;
— ja materia — 291, 302;
— ja liike — 302;
— sen äärettömyys — 46—47, 291;
Aine — 290;
— liikkuva aine luonnontieteen kohteena — 305.
Aineenvaihdunta — 370.
Aistinelimet — 215, 286, 295, 353.
Aistinta — ks. *Ärtyvyys*.
Aivot (ihmisen) — 219—220, 311;
— niiden kehitys — 40, 215, 218, 244, 256;
— ja ajattelu — 247, 305;
— ja aistinelimet — 215—216.
Ajattelu — 261—262, 273—274;
— materian kehityksen tuotteena — 47, 244, 247;
— liikemuotona — 84, 305;
— ja oleminen — 259, 327, 335;

- sen lait — 51—52, 75, 276, 328;
- ajattelun lait ja luonnon lait — 75, 276;
- sen muodot — 274—275, 296;
- muodollisen logiikan ja dialektiikan kohteena — 75, 258, 274, 296;
- ihmisellä ja eläimellä — 273—274;
- teoreettisen ajattelun historiallinen luonne — 51—52;
- abstraktisen ajattelun merkitys — 43—44, 73, 251—253, 284—285, 295, 315;
- empiiristen luonnontutkijoiden — 31, 113—114, 124—125, 140—141, 143—144, 169, 253—254, 257—258, 285—286;
- metafyyminen — 54, 89, 183—184, 206, 251, 258, 261—265, 287, 336;
- dialektinen — 54, 107, 122, 261, 273—274, 328, 336;
- sen kehityksen ristiriitaisuus — 288;
- ja käytäntö — 216, 220, 283—284;
- ja kieli — 216.

Aksioomat (matematiikassa) — 316, 328.

Algebra — 27, 324, 329.

Alkemia — 27, 229.

Alkuaineet (kemiassa) — 82, 228, 293, 310—311.

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä — 82, 311.

Alkusynty (itsestään sikiäminen) — 362—363.

Ameeba — 369, 372.

Analogia — 81, 328, 332—334, 345, 369;

- dialektinen metodi todellisuuden analogiana — 52.

Analyysi ja synteesi — 273, 280;

- eläimillä — 273;
- induktio ja analyysi — 281.

Anatomia — 240;

- sen historia — 28, 34, 228, 271;
- vertaileva — 34, 241, 243, 271.

Antropologia — 230.

Arabit — 23—27, 224, 235—238.

Archaeopteryx — 35, 261.

Aritmetiikka — 316—318, 329.

Arvostelma — 263;

- arvostelmien luokittelu — 274—277.

Ascidiat (ascidiacea) — 279, 374.

Asse — 217.

Asymptootit — 288, 324—325.

Atteismi — 249.

Atomi

- materian diskreettinä osana — 333, 352, 359—360;
- ja molekyyli — 77—78, 301, 333;
- kemian tutkimuskohteena — 78, 84, 309, 314—315, 358;
- atomien liike — 84—85, 308—309, 314—315;
- atomipaino — 53, 82, 140, 174, 253, 311, 332;
- atomivolyyymi — 53, 311;
- atomin monimutkaisuus — 311, 332—333;
- ajattelun osuus atomin tiedostamisessa — 251—253;
- atomit muinaiskreikkalaisten filosofien käsityksissä — 53, 234—235.

Atomioppi — 56, 251, 359.

Avaruus

- avaruus ja aika olemisen perusmuotoina — 289—290;
- ja materia — 289—290, 302, 352;
- ja liike — 302;
- sen äärettömyys — 46, 291, 329;
- sen kolmiulotteisuus — 70—73, 86;
- sen muodot ja suhteet — 329.

B

Bakteerit — 363, 365—366.

Biogeneettinen sääntö — 35—36, 222, 252, 273.

Biologia — 21, 106, 271, 335;

- valkuaisaineiden kemiana — 309—310;
- sen historia — 28, 34—35, 242, 243—244, 248, 312;
- dialektiikka biologiassa — 21, 55, 82, 261, 271, 374;
- biologiamme geosentrinen luonne — 292—294.

Budhalaisuus — 274.

C

Ceradotus — 35.

Compsognathus — 261.

D

Darvinismi — 21, 35, 210, 244, 249, 314;

- ja sattuman ja välttämättömyyden ongelma — 21, 271—272, 374.

Ks. myös *Kehitys, Luonnollinen valinta, Perinnöllisyys, Sopeutuminen, Taistelu olemassaolosta.*

Deduktio — ks. *Induktio ja deduktio*.

Descartesin kannattajat — 109, 111, 121.

Determinismi — 268—271.

Diagnostiikka — 240.

Dialektiikka — 60, 316;

— määrittäminen — 20, 75, 328;

— yleinen luonnehdinta — 75—76, 259—262, 326;

— objektiivinen ja subjektiivinen — 250—251, 259;

— luonnossa — 53—54, 315, 328, 336, 337, 357—358;

— yhteiskunnassa — 136, 328;

— ajattelussa — 53—55, 107, 122, 328, 336;

— sen ja metafysiikan vastakohtaisuus — 54—57, 75, 183—184, 250, 258, 261;

— materialistisen ja idealistisen dialektiikan vastakohtaisuus — 56—59, 250—251;

— muinaiskreikkalaisilla — 36, 53, 55—56, 250, 274;

— klassisessa saksalaisessa filosofiassa — 52—59, 183—184, 249—253, 273—274, 307, 312, 327;

— marxilainen — 58—59;

— korkeimpana ajatusmetodina — 261;

— sen päälait — 20, 75—83, 259—272;

— ja logiikka — 52, 249—251, 273—274, 279, 296;

— ja luonnontiede — 20—21, 52—59, 73, 88—89, 107, 122, 251, 258, 261, 296, 300, 305—306, 317, 326, 330, 361—362;

— ja historia (tieteenä) — 136, 250, 258, 328.

Dialektinen materialismi — ks. *Dialektiikka, Materialismi*.

Differentiaali- ja integraalilaskenta — 27, 252, 317, 325—335.

Diskreettisyys — ks. *Jatkuvuus ja diskreettisyys*.

E

Edistys ja taantuminen — 376.

Eetteri

— sen olemassaolon hypoteettisuus — 31, 85, 300, 351, 352;

— sen aineellisuus — 299—300;

— eetterihiukkasot — 85, 134, 146, 333;

— eetteriatomit — 360;

— sen jatkuvuus — 301—302, 352;

— sen vastustus valolle — 339, 352;

— eetterin mekaniikka — 134;

— sähkön eetteriteoria — 134, 146—147.

Egypti — 228.

Ei-mitään — 272, 322.

Eklektisismi — 54.

Elektrolyysi — 170—174, 178.

Eläimet

- ensimmäisten eläinten synty — 39, 371—372;
- ihmisen erottuminen eläinmaailmasta — 39—42, 210—222, 241;
- eläimen ja ihmisen välinen yhtäläisyys ja eroavuus — 40, 212, 221, 241, 273—274, 376—379;
- eläinten kesyttäminen — 135, 218—219;
- eläinten muuttuminen ihmisen käsittelyssä — 40, 221.

Elämä — 42, 47, 240, 256, 259, 262—263, 305, 306, 311, 315;

- määrittäminen — 369;
- materian liikemuotona — 44, 77, 84, 277, 284;
- ja aineenvaihdunta — 370;
- ja kuolema — 361—362;
- sen synty — 38—39, 47, 244—246, 308;
- »elinvoima»-opin paikkansapitämättömyys — 347, 348;
- elämän ikuisuushypoteesin paikkansapitämättömyys — 364—370;
- sen kehitys — 39, 47, 240, 371—379.

Ks. myös *Valkuatsaine*.

Eläintiede — 28, 35, 228—229, 271.

Elävä voima (kineettinen energia) — 96, 108—120, 123—125, 133, 167.

Embryologia — 252, 273;

- sen historia — 34, 241—243, 271.

Empiria — 51, 72, 140, 143—144, 148, 153, 169, 254, 282, 289—290, 312, 353.

Empirismi (englantilainen) — 60.

Energia

- tämän termin yksipuolisuus — 98;
- sen samastaminen liikkeen kanssa — 76—77, 122, 293;
- poistovoiman toisena ilmauksena — 90—98, 105;
- dynaaminen — 130;
- molekylaarinen — 131, 167;
- kemiallinen — 149—153, 166, 170, 172, 175, 185, 188—191, 195, 196, 201, 206;
- kaikki Maassa toimiva energia on muuttunutta auringonlämpöä — 304.

Ks. myös *Laki energian säilymisestä ja muuttumisesta*, *Kineettinen energia*, *Potentiaalinen energia*.

Englanti — 24, 235.

Englantilainen filosofia 17. vuosisadalla — 56.

Entropia — 350.

- Erityinen* — ks. *Yksittäinen, erityinen ja yleinen.*
Eroavuus — ks. *Identtisyys.*
Espanja — 24, 235.
Eurooppa — 223—226, 229, 235.

F

Filosofia

- sen kohteen muuttuminen — 258;
 - kaksi filosofista suuntaa — 250;
 - filosofian historia — 29—30, 48—59, 283, 296, 311, 352;
 - ja luonnontiede — 43, 51—59, 85—88, 137, 145, 238—239, 243, 249—258, 283, 293, 302.
 Ks. myös *Muinaiskreikkalainen filosofia, Italialainen filosofia 16. vuosisadalla, Englantilainen filosofia 17. vuosisadalla, Klassinen saksalainen filosofia, Luonnonfilosofia.*
- Flogiston* — 27, 59.
Frenologia — 62—64.
Fysiikka — 20, 22, 95, 106, 240, 266, 301, 306—312, 330, 335, 346;
 — molekyylien mekaniikkana — 78, 84—85, 134, 309, 314, 358;
 — sen historia — 27, 33, 53, 59, 229—230, 242—243, 312, 359;
 — fysikaaliset liikemuodot — 38;
 — fysiikan konstantit — 79;
 — fysiikkamme geosentrinen luonne — 292—294;
 — ja metafysiikka — 31, 258.
Fysiologia — 240, 251, 263, 348, 361, 380;
 — elollisen ruumiin fysiikkana ja kemiana — 315;
 — sen historia — 28, 34, 36, 228—229, 243.

G

- Galvanismi* — 94, 139, 148, 151—152, 208.
Geologia
 — sen kohde — 240, 264, 308;
 — sen historia — 28, 32, 36, 230, 240—242.
Geometria — 281, 324, 329;
 — synteettinen — 326;
 — analyyttinen — 27, 266, 322—325.
Geosentrinen katsantokanta — 292—294.
Germaanit — 235, 284.
Gravitaatio — 28, 300, 336.

H

Happi (sen keksinnön merkitys kemialle) — 59, 139.

Harppaukset (laadulliset) — 333.

Havainnointi — 55.

Hegeliläisyys — 53, 57, 100.

Heijastus

- tajunta olemisen heijastumana — 58;
- tieteet matcrian liikemuotojen heijastumana — 307;
- subjektiivinen dialektiikka objektiivisen dialektiikan heijastumana — 250, 259;
- matemaattiset abstraktiot todellisuuden heijastumana — 263, 327—335;
- todellisuuden vääristelty ja fantastinen heijastuminen ideologiassa ja uskonossa — 219—220.

Hermosto — 39, 222, 280, 378.

Hiili

- orgaanisen elämän oleellisena kantajana — 311, 366—370;
- hiilivety-yhdisteiden homologiset sarjat — 80—81.

Historia — 23, 252, 328;

— luonnon — 29, 31, 75, 291, 306;

— eläinten — 41;

— ihmiskunnan — 29, 41, 75, 135, 291;

— ajattelun — 244, 273—274;

— naturalistisen historiankäsityksen paikkansapitämättömyys — 283—284;

— dialektinen historiankäsitys — 130, 250, 258, 328;

— luokkataisteluna — 378;

— vastakohtien ykseyden ja taistelun laki historiassa — 259—260;

— laki määrän muuttumisesta laaduksi historiassa — 82;

— kieltämisen kieltämisen laki historiassa — 237;

— tieteenä — 258.

Historiallinen ja looginen — 222, 273.

Historismi — 52.

Homologiset sarjat — ks. *Hiili*.

Hypnoosi — 61—64.

Hypoteesi

— luonnontieteen kehitysmuotona — 296, 315;

— ja laki — 285, 296;

— tähtitieteessä — 56;

— kemiassa — 315;

— biologiassa — 315.

Höyrykone — 40, 120, 136, 151, 166, 189, 207, 225, 281, 381.

I

- Idealismi* — 242, 297;
 — sen synty — 220;
 — sen herruuden aika — 245—246;
 — Hegelin idealismin arvostelu — 57, 75, 250, 307.
- Identtisyys* (samuus)
 — luonnonvoimien identtisyys ja niiden toisikseen muuttuminen — 251;
 — muodon ja sisällön identtisyys tai erottamattomuus — 374;
 — Hegel ajattelun ja olemisen identtisyydestä — 335;
 — identtisyyden metafyyssisen käsityksen paikkansa pitämättömyys — 262—265;
 — identtisyyden ja eroavuuden dialektinen keskinäisuhde — 250, 262—265, 327.
- Ideologia* (todellisuuden käsittäminen idealistisesti) — 220, 257.
- Ihminen*
 — ihmisen erottuminen eläinmaailmasta — 39—42, 210—222, 241;
 — työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi — 21, 39—42, 210—222;
 — ja eläimet — 40, 213, 221, 241, 273—274, 377, 379;
 — ja luonto — 40, 222—223, 272—273, 284.
- Ilmiö* — ks. *Olemus ja ilmiö*.
- Induktio ja deduktio* — 60, 252, 273, 277—281;
 — eläimillä — 273—274;
 — induktio ja analyysi — 281;
 — induktio ja luokittelu — 278—281.
- Inertia* — 20, 347.
- Inkvistitio* — 26.
- Irlanti* — 224.
- Italia* — 23—24, 229.
- Italialainen filosofia 16. vuosisadalla* — 26, 239.

J

- Jatkuvuus ja diskreettiys*
 — materian — 78, 251, 301, 335;
 — tieteiden järjestelmän — 309—310.
- Järki* — 272—273, 283;
 — ymmärrys ja järki — 273—274.

K

- Kaasut* — ks. *Kineettinen kaasuteoria*.
- Kansakunta* — 23, 219.

- Kansantaloustiede* — 21, 49, 58, 125, 252, 379—380;
 — klassinen porvarillinen — 226.
- Kapitalistinen tuotantotapa* — 225—226.
- Kastelu* (sen merkitys itämaiden historiassa) — 228.
- Kasvi- ja eläinlajien muuttuvuus* — 33.
- Kasvissyöjät* — 218.
- Kasvit*
 — ja eläimet — 39, 259;
 — ensimmäisten kasvien synty — 39, 372—373;
 — kasvien muuttuminen ihmisen vaikutuksesta — 40, 221.
- Kasvitiiede* — 28, 35, 228, 269—272.
- Kategoriat* — 250—252, 257, 295, 345—346, 377—380.
 Ks. myös *Abstraktio*, *Aika*, *Avaruus*, *Historiallinen ja looginen*, *Kausaliteetti*, *Laatu ja määrä*, *Liike*, *Mahdollisuus ja todellisuus*, *Materia*, *Olemus ja ilmiö*, *Sisältö ja muoto*, *Välttämättömyys ja satuma*.
- Katolilaisuus* — 26, 33, 239.
- Kauppa*
 — maailmankauppa — 24, 236.
- Kausaliteetti*
 — sen objektiivinen luonne — 100, 284—285;
 — ja ihmisen käytännöllinen toiminta — 282—283;
 — metafysisessä mielessä — 268—271;
 — dialektisessä mielessä — 250, 265, 273, 284—285, 344—345;
 — syyn lakatessa lakkaa vaikutuskin — 358;
 — substanssi on oman itsensä syy — 284, 313;
 — »tiettyyn päämäärään pyrkivät syyt» ja »vaikuttavat syyt» — 255, 284, 299, 313.
- Kehitys*
 — dialektiikka tieteenä luonnon, ihmisyyhteiskunnan ja ajattelun yleisimmistä liikunta- ja kehityslaeista — 328.
- Kehitysteoria* — ks. *Polveutumisoppi*.
- Keinollinen valinta* — 313.
- Keksinnöt* — kolme suurta keksintöä — 136—137, 237—238, 243—244.
- Kemia* — 21, 22, 95, 106, 134, 240—241, 251, 308—311, 330—332, 347;
 — atomien fysiikkana — 78, 84, 309, 314, 358;
 — sen historia — 27, 34, 36, 53, 59, 139, 228—229, 240, 312, 359;
 — kemialliset liikemuodot — 38, 44, 77, 93—96, 103—104, 121, 205—208, 243, 283, 304, 305, 314, 357, 358;

- aineenvaihdunta kemiassa — 370;
 - orgaaninen — 230, 241, 242, 306, 360, 363;
 - valkuaisaineen kemia — 244—245, 306, 315;
 - määrän muuttuminen laaduksi kemiassa — 78—80, 301, 310;
 - analyysi ja synteesi kemiassa — 280;
 - matematiikan soveltaminen kemiaan — 335;
 - kemiamme geosentrinen luonne — 294.
- Kieli**
- sen synty ja kehitys työprosessissa — 40, 213—216, 219;
 - ja ajattelu — 216.
- Kielitiede** — 266—267.
- Kieltäminen** — 259, 272, 322, 361.
Ks. myös *Laki kieltämisen kieltämisestä*.
- Kiertoliike** — 32, 90, 126—132, 337, 342.
- Kiina** — 237.
- Kilpailu** — 42, 377.
- Kineettinen energia** — 124, 131, 343.
Ks. myös *Elävä voima*.
- Kineettinen kaasuteoria** — 301, 351—352.
- Kirjallisuus** (kaunokirjallisuus) — 24, 236.
- Kitka**
- ja työnti — 116, 131, 133, 276, 306, 314, 343, 358.
Ks. myös *Tuli, Vuorovesikitka*.
- Klassinen saksalainen filosofia** — 53—59, 249, 327.
- Koe** — 196, 229, 273, 279, 282.
- Kokemus** — 60, 88, 252, 279, 283, 311—312, 328, 334, 353.
Ks. myös *Koe, Empiria*.
- Kokonaisuus** — ks. *Osa ja kokonaisuus*.
- Kommunismi**
- utooppinen — 23—24, 238.
Ks. myös *Sosialismi*.
- Kommunismi** (yhteiskunnallis-taloudellinen muodostuma)
- tuotanto — 42;
 - jako — 42;
 - luokkaeroavuuksien hävittäminen — 225;
 - tiede — 42;
 - yksilön kaikinpuolinen kehitys — 42.
- Konkreettinen** — ks. *Abstraktio*.
- Kosmogonia**
- Kantin ja Laplacen kosmogoninen teoria — 31, 35—37, 56, 89, 241, 252, 299, 337.
- Kreikka** (*Muinainen*) — 56.
Ks. myös *Muinaiskreikkalainen filosofia*.
- Kristinuskko** — 224.

Kuolema (sen dialektis-materialistinen käsitys) — 361—362.

Kuuba — 227.

Käsi

- apinan ja ihmisen — 40, 210—215;
- työelimenä ja työn tuotteena — 212;
- sen merkitys ihmisen kulttuurissa — 40, 212, 219—220.

Käsite — 279;

- ja dialektinen ajattelu — 107, 273—274.

Käsityötuotanto — 24, 228;

- siirtyminen käsityöstä manufaktuuriin — 24.

Käytäntö — 27, 52, 137, 228—229, 236, 282.

L

Laatu ja määrä — 44, 77—79, 250, 285—287, 310—311, 313—314, 317—318, 350, 359—360.

Ks. myös *Laki määrän muuttumisesta laaduksi*.

Lainmukaisuus

- luonnon — 232.

Laji biologiassa — 28, 33—35, 217, 251, 263, 265, 267—271, 362, 375.

Laki — 268, 315, 377;

- yleisyyden muotona — 288;
- sen konkreettisuus — 273;
- ja hypoteesi — 285, 296;
- materian liikuntalakien ikuisuus — 47;
- liikkeen häviämättömyyden ja luomattomuuden laki — 87;
- luonnon lait — 99—102, 223;
- ikuiset luonnonlait muuttuvat historian laeiksi — 293—294;
- energian säilymisen ja muuttumisen laki on ehdoton luonnonlaki — 276—277;
- ajattelun lait — 51—52, 75, 276;
- ajattelun lait ja luonnonlait ovat välttämättömästi sopusoinnussa keskenään — 276;
- dialektisen ajattelun lait — 75.

Laki energian säilymisestä ja muuttumisesta — 21, 52, 86, 87, 97, 144, 153, 166, 170, 176, 179, 182, 191, 196, 207, 243, 270, 273—277, 294, 344, 350, 359.

Laki kieltämisen kieltämisestä — 20, 75, 237, 272.

Laki määrän muuttumisesta laaduksi — 20, 75—83, 261, 287, 306, 310, 317—318, 350, 360.

Laki vastakohtien yhkeydestä (samuudesta) ja taistelusta — 20, 73, 75, 101—102, 184, 227, 259—272, 320, 351, 359.

Lamarckismi — 257, 366.

Lepotila — ks. *Liike*.

Liberalismi — 260.

Liharavinto (sen osuus ihmisen kehityksessä) — 218.

Liike — 282—284, 299, 336—337;

— sen yleisyys — 294;

— määrittäminen — 84, 229, 302, 313;

— liike yleensä — 290;

— muutoksena yleensä — 304, 310;

— sen luomattomuus ja häviämättömyys — 21, 43, 46, 85, 291, 302, 313, 345, 350;

— ja lepotila — 98, 122, 303;

— veto- ja poistovoiman vuorovaikutuksena — 87—88, 350—351;

— sen perusmuodot — 22, 84—85, 284, 304—305;

— liikkeen muotojen muuttuminen toisikseen — 33, 95—96, 243, 284, 303—307, 344;

— liikkeen siirtyminen — 344—345, 348;

— liikkeen muodot ja tieteiden luokittelu — 307;

— liikkeen muotojen tiedostaminen — 84—85.

Liikkeen mitta — 107—125, 135, 351—352.

Liikkeen määrä (liikkeen yleisen määrän l. energian mielessä) (*Bewegungsmenge*) — 33, 76, 86, 87, 91, 96, 112, 116—117, 208, 302, 349, 350—351.

Liikkeen määrä (massan ja nopeuden tulon mielessä) (*Bewegungsgröße*) — 107—120.

Logiikka

— ajattelua käsittelevänä tieteenä — 258;

— oppi ajattelusta filosofian sisältönä — 258;

— sen historiallinen luonne — 51—52, 296;

— ja dialektiikka — 52, 249—252, 273—274, 279, 296;

— ja matematiikka — 251.

Luokat

— taloussuhteiden tuottena — 226;

— niiden synty — 226;

— niiden vastakohtaisuus — 226;

— niiden hävittäminen — 225.

Luokkataistelu — 225, 378.

Luonnollinen valinta — 61, 72, 313, 375.

Luonnonfilosofia — 30, 49, 57, 60, 72, 140, 254, 334, 337;

— antiikin ajattelijain nerokkaat luonnonfilosofiset oivallukset — 23, 36, 238.

Luonnontiede — 314, 328;

— sen historia — 23—36, 50, 52, 84, 96, 99, 224, 228—248;

— empiirinen — 242;

— teoreettinen — 43, 57, 242;

- ja filosofia — 43, 51—59, 85—88, 138, 145, 239, 243, 249—258, 283, 284—285, 296, 302;
- ja dialektiikka — 20, 52—59, 73, 87—88, 107, 122, 251, 258, 261, 296, 299—300, 305—306, 317, 326, 336, 361—362;
- kommunismin aikana — 42.

Luonto

- metafyyminen luonnonkäsitys — 36;
- dialektis-materialistinen luonnonkäsitys — 85—86, 220—221, 245, 259, 328;
- historiallisena prosessina — 240, 291;
- ja ihminen — 40, 223, 272—273, 283—284.

Luku — 317—324, 329;

- Pythagoraan — 232, 314.

Lämpö — 22, 139, 143, 303, 356;

- liikkeen muotona — 33, 37, 59, 77, 131—138, 145, 148, 192, 243, 276, 284, 314, 343—344, 345, 358;
- poistovoiman eräänä muotona — 93, 98, 105, 301;
- molekyyli liikkeenä — 93, 121, 131, 134, 146, 310, 314, 343—344, 358;
- lämmön mekaaninen ekvivalentti — 33, 119, 145, 150, 243, 281;
- lämmön ja toisten energialajien muuttuminen toisikseen — 33, 37, 44, 77, 96, 121, 131—137, 243, 276, 284, 304, 306, 314, 332, 343, 345, 358;
- mekaaninen lämpöteoria — 52, 59, 294, 341, 379;
- säteilevä — 135, 243, 333, 352—353;
- maailman lämpökuolema -hypoteesin paikkansapitämättömyys — 42—47, 336, 349—350.

Lämpöaine — 59, 138, 145, 253, 281, 344.

M

Maailman aineellisuus — ks. *Materialismi*.

Maailmankaikeus — 232, 291, 302, 313.

Maailmankatsomus — 56;

— materialistinen — 245.

Maailmoiden moninaisuus — 46.

Maantiede — 34, 241.

Magneettiset navat — 88, 266, 357—358.

Magnetismi — 33, 37, 44, 94, 96, 135, 138, 143, 148, 209, 243, 259, 261, 284, 303, 306, 345.

Mahdollisuus ja todellisuus — 44, 82, 320, 370.

Malthuslaisuus — 375—377.

Manufaktuuri

— siirtyminen käsityöstä manufaktuuriin — 24.

Massa

— materian diskreettinä osana — 333, 359—360;
— ja molekyylit — 78, 330—333;
— Maan massojen mekaniikka — 78, 84, 329;
— massaliike — 85, 96, 121, 131, 134, 149, 308, 314, 332, 351.

Matematiikka — 73, 240;

— määrittäminen — 316;
— sen synty käytännön tarpeiden pohjalta — 228;
— sen historia — 229—230, 240, 317;
— todellisuuden heijastuksena — 20, 263, 327—335;
— dialektiikka matematiikassa — 20, 22, 251, 263, 316—335;
— alempi ja korkeampi — 251;
— sen soveltaminen muihin tieteisiin — 335.

Materia

— materia yleensä — 284—285, 290, 299, 313—314;
— materian luomattomuus ja hävittämättömyys — 46—47, 85, 291, 302, 313, 350;
— ja liike — 34, 43—47, 84—88, 98, 282, 284, 291, 293—302, 304, 313, 337;
— ja ajattelu — 47, 224, 241, 256, 272—273, 284—285, 290, 327;
— alkumateria — 299;
— materian rakenne — 299—301, 311, 313, 333—335, 352, 359—360.

Materialismi — 61, 242—245;

— materialistinen maailmankatsomus — 245;
— muinaiskreikkalainen — 230—234, 245;
— englantilainen 17. vuosisadan — 55;
— ranskalainen 18. vuosisadan — 24, 30, 249, 256, 268, 307, 312, 314, 327;
— Feuerbachin — 242, 247;
— vulgääri — 54, 242, 249, 252;
— luonnontieteellinen — 249, 255;
— sosialistiset materialistit — 57.

Materian jaollisuus — ks. *Jatkuvuus ja diskreettiys*.

Materian kiertokulku luonnossa — 34—36, 47, 291, 349.

Mekaaninen liike — 33, 37, 44, 135, 284, 303, 314, 345;

— liikkeen yksinkertaisimpana muotona — 85, 305;
— mekaniikan kohteena — 84;
— mekaanisen liikkeen muuttuminen lämmöksi ja päinvastoin — 33, 44, 77, 122, 133—138, 276, 284, 304, 314, 343, 345;
— mekaanisen liikkeen kaksi mitta — 120, 122.

Mekaaninen lämpöteoria — 52, 59, 241, 294, 379.

- Mekaniikka* — 95, 106—125, 134, 192, 304, 306, 322—323, 330, 343, 345;
 — taivaan ja maan ainemassojen liikettä käsittelevänä tieteenä — 78;
 — yksinkertaisten paikanmuutosten teoriana — 84;
 — yleinen luonnehdinta — 27, 78, 309, 335;
 — sen historia — 20—21, 84—85, 228—229, 236, 240, 242, 250;
 — maan — 22, 91, 93, 102, 292, 308, 329, 334;
 — taivaan — 20, 308;
 — laskeva — 106, 110;
 — teoreettinen — 125.
- Mekanismi* — 21, 30, 242, 255—256, 271, 287, 304—305, 307—313.
- Mesmerismi* — 61.
- Metafysiikka* — 267, 328;
 — yleinen luonnehdinta — 206, 250—252;
 — sen ja dialektiikan vastakohtaisuus — 54—55, 75, 184, 250, 258, 261;
 — metafysiikka 17. ja 18. vuosisadalla — 28—31, 55, 271, 327, 343—344;
 — luonnontieteessä — 20, 28—35, 54—57, 73, 89, 184, 251, 258, 263—265, 271, 287, 326, 336, 343—344;
 — metafyyssisten kategorioiden merkitys — 250—251, 261—264.
- Meteorologia* — 229, 293, 294, 308.
- Metodi*
 — dialektinen — 58, 261, 273—274;
 — induktiivinen — 60;
 — metafyyssinen — 261;
 — vertaileva — 34, 36, 241;
 — muodollis-looginen — 273—274;
 — vanhat menetelmät ovat jarruna — 359.
 Ks. myös *Dialektiikka*, *Metafysiikka*.
- Mineralogia* — 28, 240.
- Mitta* — ks. *Solmukohdat*, *Liikkeen mitta*.
- Molekyylit*
 — materian diskreettinä osana — 78, 327, 330—333, 352;
 — ja atomi — 77—78, 301, 332—333;
 — ja massa — 78, 330;
 — fysiikan kohteena — 21, 78—79, 84, 134, 308—310, 314, 358;
 — molekyyliliike — 21, 84—85, 121, 131, 305, 308, 310—311, 314, 323, 332, 344, 351, 358;
 — ajattelun osuus molekyylin tiedostamisessa — 251—253;
 — molekyyliteoria — 359.

- Monarkia* — 23, 238.
Moneerit — 39, 363, 369, 371.
Monismi — 255, 309.
Monoteististen uskontojen jumala — 30, 32, 45, 62, 89, 241, 247—248, 253—255, 269, 336—337.
Muinaiskreikkalainen filosofia — 24, 29, 36, 52—56, 230—235, 245, 272—274.
Mullistus vallankumouksellinen — 225.
 Ks. myös *Sosialistinen vallankumous*.
Muoto — ks. *Sisältö ja muoto*.
Muutos
 — ja liike — 304—305;
 — ja abstraktinen identtisyys — 262—264;
 — määrälliset ja laadulliset muutokset — 76—79, 310.
Määrä — ks. *Laatu ja määrä*.

N

- Naturalismi* — 73, 138, 283—284.
Nebulaarihypoteesi — ks. *Kosmogonia*.
Negatiivinen (Kielteinen) — ks. *Positiivinen ja negatiivinen*.
Nolla — 321—323.
Näennäisyys — ks. *Olemus ja ilmiö*.

O

- Oikeus*
 — oikeusopilliset katsomukset ja oikeuslaitokset päällysrakenteena — 219.
Oleminen
 — sen perusmuodot — 289—291;
 — ja tajunta — 57, 327—328, 335.
Olemisen ja ajattelun ykseys — 272—273, 327—328.
Olemus ja ilmiö — 250;
 — olioiden olemuksen tiedostamattomuus -käsityksen paikkansapitämättömyys — 296—297;
 — materian olemus — 299—300;
 — Hegelin oppi olemuksesta — 250, 262, 296, 300.
»Olio sinänsä» (Kantilla) — 54, 296—298.
Omistus
 — yhteinen — 225—226;
 — tuottajien omaan työhön perustuva yksityisomistus — 227.
Optiikka — 27.
Orgaaninen luonto — 35, 39—40, 262, 272, 306, 315, 347, 374.

- Organismi* — 361—362;
 — korkeimpana mekaniikan, fysiikan ja kemian liikemuotojen ykseytenä — 308, 347;
 — sen ykseys — 262;
 — sen jatkuva muuttuminen — 262—263, 303;
 — organismien kehitys — 34—35, 374;
 — organismien välimuoto — 35;
 — sen solurakenne — 243—244, 363, 370.
Organismien luokittelu — 34—35, 260—261, 278—280.
Osa ja kokonaisuus — 55, 262.

P

- Paino* — 22, 37, 90—93, 102, 245, 294, 299—300, 304, 360.
Paleontologia — 240, 252, 273;
 — sen kohde — 240;
 — sen historia — 28, 34, 230, 240, 271.
Pelkistäminen (korkeimpien liikemuotojen alhaisimpiin) — 304—305, 309.
Perhe
 — työnjako alkukantaisessa perheessä — 220.
Perinnöllisyys
 — perinnöllisyyden ja sopeutumisen vuorovaikutus — 259—260, 375—376;
 — hankittujen ominaisuuksien periytyminen — 328;
 — sen osuus työn kehityksen historiassa — 212;
 — matematiikan aksiomien näyttäminen itsestään selviltä on periytyminen tulosta — 316, 328.
Poistovoima — ks. *Veto- ja poistovoima*.
Polariteetti — 94, 191, 250, 255, 259—261, 266, 278;
 — polaarisen vastakohtan dialektinen luonne — 20, 88.
Politiikka, poliittiset suhteet, poliittinen järjestelmä — 219—220.
Polveutumisoppi — 35, 244, 252, 259, 261, 262—263, 279, 280, 374.
Porvaristo
 — sen kehityshistoria — 23—24, 25, 238—239, 260;
 — ja proletariaatti — 224—225;
 — sen taloudellinen, poliittinen ja älyllinen vararikko — 377—378.
Positiivinen ja negatiivinen (Myönteinen ja kielteinen) — 97, 259, 262, 265—266, 273, 300.
Potentiaalinen energia — 78, 118, 120—122, 130—133, 343.
Proletariaatti
 — sen kehityksen historia — 23—24, 238;

- luokkataistelu proletariaatin ja porvariston välillä — 225.
- Prosessi* — 52, 56;
 - sen palautuvuus — 133, 136, 172;
 - primääriset ja sekundääriset prosessit — 172—185, 206.
- Protestantismi* — 25, 239.
- Protistit* — 36, 39, 362, 365, 371—373.
- Protoplasma* — 35, 38, 221, 244, 254, 315.
- Puhe* — ks. *Kieli*.
- Puola* — 229, 235.
- Putoamisliikkeen laki* — 107—108, 329, 336.
- Pythagoralaiset* — 232—234.
- »Pääoma», *K. Marzin* (yleinen luonnehdinta) — 58.
- Päätelmä*
 - sen muodot — 274—275, 277—279;
 - päättelykyvyn kehitys vaikutti vuorostaan työhön ja kieleen — 216.

R

- Ranska* — 24, 235, 260.
- Renessanssi* (kausi) — 23—25, 238—239.
- Ripsieläimet* (Infusoria) — 363, 371, 373, 379.
- Ristiriita*
 - matematiikassa — 250—251;
 - luonnontieteessä — 32, 89, 170, 185, 200, 206, 335, 337;
 - kehitys ristiriidan kautta eli kieltämisen kieltäminen — 20.

S

- Saksa* — 24, 49, 53, 246, 249, 260, 284.
- Sammakkoeläimet* — 279, 374.
- Sattuma* — ks. *Välttämättömyys ja sattuma*.
- Selkärangaiset* — 39, 280, 370, 374, 378.
- Sisältö ja muoto* — 327—328, 371—374.
- Skandinavia* — 235.
- Skeptisismi* — 169, 282, 297.
- Slaavit* — 235.
- Sodat* — ks. *Talonpoikaissota Saksassa, Tanskan sota v. 1864*.
- Solmukohdat* (joissa määrällinen muutos vaihtuu laadulliseksi) — 79, 351, 360.
- Solu*
 - orgaanisen maailman perusmuotona ja rakenneyksikkönä — 36, 39, 240, 251, 259, 333, 374;

- sen synty muodottomista solua edeltäneistä valkuaismuodostumista — 39, 363, 369;
- sen muuttuminen ja kehittyminen eriytyessä — 39, 243, 262—263, 370—374;
- sen tuma ja ketto — 39, 259, 369, 372;
- useamman solun yhdistyminen yhdeksi rungoksi — 372—373;
- solun keksiminen — 34, 230, 241—243, 251, 254;
- Virchowin soluvaltio — 21;
- Trauben »keinotekoiset solut» — 370.

Sopeutuminen

- perinnöllisyyden ja sopeutumisen vuorovaikutus— 259—260, 375—376;
- organismien sopeutuminen ympäristöön — 33.

Sosialismi

- tieteellinen — 249, 252;
- englantilainen — 62;
- saksalainen — 50.

Ks. myös *Kommunismi*.

Sosialistinen vallankumous — 42, 225, 260, 378.

Spektraalianalyysi — 32, 37, 285, 338—341.

Spiritismi — 60—74.

Substanssi — 273—284.

Suhteellisuus — 279, 294.

Suhteet

- määrä- ja avaruussuhteet matematiikan tutkimuskohteena — 329.

Suikulainen (*Amphioxus*) — 35, 280.

Sumu — 32, 37, 43, 46, 89—90, 102—105, 248, 293, 299, 339—342, 349.

Suomusalamanteri (*Lepidosiren paradoxa*) — 35, 275.

Suora ja käyrä — 325—326.

Suureet

- matematiikan tutkimuskohteena — 316;
- matematiikan suureiden esikuvat luonnossa — 329—334;
- positiiviset ja negatiiviset — 324;
- kuvitellut — 324;
- muuttuva suure käännekohtana matematiikassa — 317.

Suuret maantieteelliset löydöt — 229, 236.

Suurteollisuus — 24, 53.

Synteesi — ks. *Analyysi ja synteesi*.

Sysäys

- mekaniikassa — 102;
- »ensimmäinen sysäys» — 28—31, 248, 336—337, 350.

Ks. myös *Kitka*.

- Sähkö* — 22, 102, 138—208, 259, 261, 291, 303, 354—358;
 — liikkeen muotona — 44, 96, 133, 146, 243, 284, 303—305, 345, 354;
 — sähkön ja muiden energialajien muuttuminen toisikseen — 33, 37, 44, 77, 96, 133, 284, 305, 306, 314, 345, 358;
 — ja magnetismi — 135;
 — staattinen ja dynaaminen — 94, 148, 356—357;
 — sähkön eetteriteoria — 134, 146—147.
Sähkökemia — 172, 205, 208, 358.

T

- Taantuminen* — ks. *Edistys ja taantuminen*.
Taide — 24, 212, 219, 238.
Taistelu olemassaolosta
 — luonnossa — 42, 252, 375—380;
 — yhteiskunnassa — 42, 252, 376—378, 380;
 — sosiaalisen darwinismin arvostelu kysymyksessä olemassaolotaistelun osuudesta yhteiskunnan elämissä — 21, 252, 376—380.
Tajunta (Tietoisuus) — 26, 40, 44, 47, 216, 239—240, 241, 256, 378—379.
Tanskan sota v. 1864 — 118—119.
Talonpoikaissota Saksassa — 23.
Talonpoikaisto
 — keskiaikana — 23, 238.
Talospulat
 — niiden väistämättömyys kapitalismin vallitessa — 42, 227, 378;
 — v. 1873 talospula — 227.
Tarkoitus
 — tämän käsitteen soveltuvuus orgaaniseen luontoon — 225—257;
 — ihmistoiminnan tarkoitus ja tulos — 41, 222—225;
 — Kantin ja Hegelin »sisäinen tarkoitus» — 256—257.
 Ks. myös *Teleologia*.
Tasapaino — 45, 78, 303, 305—306.
Teleologia — 30, 241, 256, 312.
Teollisuus — 282.
 Ks. myös *Käsityötuotanto, Manufaktuuri, Suurteollisuus*.
Teologia — 26, 29, 169, 269.
Teoria
 — ja empiria — 51, 254;
 — teoreettisen ajattelun merkitys — 51—54, 73, 251;

- väärin teorioiden vahingollisuus — 137—138, 281;
- teorioiden historiallinen riippuvuus — 51—52.
- Terapeutiikka* — 240.
- Termodynamiikka* — 281, 379—380.
- Ks. myös Mekaaninen lämpöteoria.*
- Tiede* — 49, 57, 82, 189, 196—197, 268;
 - ja tuotanto — 229;
 - ja työnjako — 219;
 - tieteen tavaton edistys kommunismin aikana — 42;
 - minkä hyvänsä tieteen historiallinen luonne — 51—52.
 - Ks. myös Tieteiden luokittelu.*
- Tiedostaminen* — 242;
 - sen rajattomuus ja äärettömyys — 21, 50, 285—298;
 - sen suhteellisuus — 297;
 - ilmiöiden olemuksen tiedostettavuus — 284—285, 296—297;
 - sen historiallinen kehitys — 274—277, 296.
- Tieteellinen terminologia* — 98—101, 147—148, 255, 360.
- Tieteiden luokittelu* — 20—21, 84, 305—315.
- Todellisuus* — *ks. Mahdollisuus ja todellisuus.*
- Totuus*
 - »ikuinen» — 52, 250.
- Trigonometria* — 324, 326.
- Tuli* (sen keksimisen merkitys) — 135, 218—219, 275—276.
- Tuotanto* — 222—229, 236;
 - ihmiselle ominaisena toimintana ja ihmisen kaikkien muiden toimintamuotojen aineellisena perustana — 40—42, 376—379;
 - tuotantotapa ja yhteiskuntajärjestelmä — 225—226.
 - Ks. myös Kapitalistinen tuotantotapa, Kommunismi.*
- Tuotantotapa* — *ks. Tuotanto.*
- Tuotantovoimat*
 - kapitalismin vallitessa — 37.
- Työ* — 97, 105—106, 124—125;
 - liikkeen muodon muuttumisena sen määrän kannalta katsoen — 122;
 - on epälaillista soveltaa fysikaalisessa mielessä tarkoitettua työ-käsitettä taloudellisiin työsuhteisiin — 21, 125, 379—380;
 - fysiologinen työ — 379—380;
 - sen osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi — 21, 39—42, 210—221;
 - työkalujen valmistaminen työn alkuna — 217;

- kansantaloustieteen kategoriana — 125, 380;
- kaiken rikkauden lähteenä — 210;
- työtoiminta totuuden kriteerinä — 282.

Ks. myös *Työnjako*.

Työkalut

- niiden ilmestyminen ihmiselle ominaisen toiminnan alkuna — 40, 217;
- niiden keksiminen — 135—136, 211—212, 217;
- työkalujen alkiot eläimillä — 40, 379.

Työnjako — 25;

- luonnontieteessä — 33

Työpalkka

- ammattitaitoisen työläisen — 380.

Tähtitiede — 22, 37, 44—45, 89, 228, 240, 292—294, 306, 334, 336—342;

- sen historia — 26—31, 34, 37, 228—235, 240.

U

Unkart — 235.

Uskonpuhdistus — 23—26, 236, 239.

Uskonto — 352;

- yhteiskunnallisen olemisen fantastisena heijastuskuvana ihmisen tajunnassa — 219—220;
- luonnontutkijain suhtautuminen siihen — 26, 239. 246, 247.

Ks. myös *Monoteististen uskontojen jumala*, *Inkvisittio*, *Katolilaisuus*, *Protestantismi*, *Uskonpuhdistus*, *Spiritismi*, *Kristinuskko*.

Utopistisocialistit — ks. *Utopistit*.

Utopistit — 62.

Uskantilaisuus — 54, 56, 100.

V

Vaikutus ja vastavaikutus — 98, 101—102.

Valistusfilosofit 18. vuosisadan (ranskalaiset) — 249.

Valkuaisaine

- elämän kantajana — 38—39, 221, 246, 277, 363, 368—371;
- elämä on valkuaiskappaleiden elintapa — 369;
- biologia valkuaisaineiden kemiana — 309—310;
- sen synty — 246, 367;
- sen olemassaolon ehdot — 368—370;
- sen kehitys erikoistumalla — 38, 39, 259, 363, 369—373;
- sen keinotekoinen valmistus kemiallisesti — 244—245, 277, 315, 369—370.

Vallankumous — ks. *Vallankumous vv. 1848—1849, Sosialistinen vallankumous, Mullistus vallankumouksellinen.*

Vallankumous vv. 1848—1849 — 53, 242, 260.

Valo — 33, 44, 99—102, 134—135, 138, 143, 146, 243, 280—282, 284, 306, 314, 333, 337—340, 342, 352—353.

Valtio — 48—49, 219.

Vanha ja uusi — 264;

— vanhojen perinteiden tiedettä jarruttava vaikutus — 33, 169, 196—197, 359.

Vapaakauppa-aate — 58.

Vapaus ja välttämättömyys — 224.

Vastakohtaisuus (vastakohta) — 20, 88, 250, 259—263, 318, 352—353.

Ks. myös *Laki vastakohtien ykseydestä* (samuudesta) ja *taistelusta, Polariteetti, Luokat, Työ.*

Verenkierto — 26, 230.

Vertailu — 286, 318.

Vesinokkaeläin — 279.

Veto ja poistovoima — 22, 43, 302, 357—358, 360;

— materian olemuksena — 29, 299—300;

— liike niiden vuorovaikutuksena — 87—88, 350—351;

— liikkeen yksinkertaisina muotoina — 85—106;

— niiden muuttuminen toisikseen — 300—301, 303—304, 351;

— mekaniikassa — 93, 104—106, 302—304;

— fysiikassa — 94, 104—106, 148—149, 347;

— kemiassa — 103—106, 259.

Vitalismi — 255, 347.

Voima

— käsitys voimasta on lainattu ihmiselimestön toiminnasta — 98, 347;

— liikkeen aktiivisena puolena — 98, 344—345;

— voiman mittana on sen ilmaus — 345;

— tämän käsitteen arvostelu — 22, 33—34, 46, 86—92, 97—103, 105—106, 145, 189—193, 207—208, 345—348.

Vuorovaikutus

— sen olemus — 85;

— yleinen vuorovaikutus luonnossa, yhteiskunnassa ja ajattelussa — 220, 284—285, 313;

— vuorovaikutus sulkee pois kaiken absoluuttisesti primäärisen ja absoluuttisesti sekundäärisen — 183—185, 203—208, 220, 284—285, 313;

— esimerkkejä vuorovaikutuksesta — 87—91, 205—206, 265, 311, 376;

- Hegel vuorovaikutuksesta — 284, 299, 379.
- Vuorovesikitka* — 22, 32, 56, 126—132, 342.
- Välttämättömyys ja sattuma*
 - havainnon empirian kyvyttömyys todistaa yksinään välttämättömyyttä — 281—282;
 - välttämättömyyden ja sattuman keskinäissuhteen kaksi metafysisistä konseptiota — 256, 267—272;
 - Hegel välttämättömyydestä ja sattumasta — 270—271;
 - darvinismi ja välttämättömyyden ja sattuman ongelma — 21, 271—272, 374;
 - lainmukaisuus ja sattuma — 32, 271—272;
 - välttämättömyyden ja sattuman objektiivisuus — 272, 273;
 - välttämättömyyden ja sattuman dialektinen yhteys — 45, 265, 273, 374.
- Ks. myös *Vapaus ja välttämättömyys*.

Y

- Yhteiskunta* — 225;
 - työ ihmisyyhteiskunnan tunnusomaisena piirteenä — 216;
 - luonnonlakien siirtäminen ihmisyyhteiskuntaan on sallimatonta — 249, 347;
 - porvarillinen — 23, 226, 378.
- Ks. myös *Kommunismi*.
- Yhteys*
 - luonnon, yhteiskunnan ja ajattelun ilmiöiden ja prosessien yleinen yhteys — 52, 55—58, 85, 88, 220, 246, 282, 284, 307, 314, 326;
 - dialektiikka tieteenä yleisestä yhteydestä — 20, 75.
- Yhteyttäminen ja hajaantuminen* — ks. *Aineenvaihdunta*.
- Yksi* — 319—320, 323.
- Yksilö* — 251, 252, 328;
 - tämän käsitteen suhteellisuus biologiassa — 261, 373—374.
- Yksinkertainen ja yhdistetty* — 262.
- Yksisoluiset* — 35—36, 362—363, 370—373, 379.
- Ks. myös *Ameeba*, *Ripsieläimet*.
- Yksittäinen, erityinen ja yleinen* — 253—254, 274—279, 287—288.
- Yleinen* — ks. *Yksittäinen, erityinen ja yleinen*.
- Ymmärrys* — 252, 253, 261;
 - ymmärrys ja järki — 273—274.

Ä

Ärttyvyys — 39, 244.

Äärettömyys

- äärellinen ja ääretön — 86, 287—292;
- avaruuden ja ajan — 46, 291—292, 329;
- matematiikassa — 20, 318, 327—335;
- ja tiedostaminen — 285—293;
- »huono äärettömyys» — 251, 289, 291—292;
- Hegelin ääretön edistys — 292.

SISÄLTÖ

Alkulause	5
[SUUNNITELMALUONNOKSIA]	20
[Kokonaissuunnitelman luonnos]	20
[Osasuunnitelman luonnos]	22
[ARTIKKELEITA JA LUKUJA]	23
Johdanto	23
»[Anti-] Dühringin» vanha esipuhe. Dialek- tiikasta	48
Luonnontutkimus henkimaailmassa	60
Dialektiikka	75
Liikkeen perusmuodot	84
Liikkeen mitta. — Työ	107
Vuorovesikitka. Kant ja Thomson — Tait	126
Lämpö	133
Sähkö	139
Työn osuus apinan muuttumisessa ihmiseksi	210
[MUISTIINPANOJA JA KATKELMIA]	228
[Tieteen historiasta]	228
[Luonnontiede ja filosofia]	249
[Dialektiikka]	259
[a) Dialektiikan yleisiä kysymyksiä. Dia- lektiikan peruslait]	259
[b) Dialektinen logiikka ja tietoteoria. »Tiedostamisen rajoista»]	272
[Materian liikkeen muodot. Tieteiden luokit- telu]	299
[Matematiikka]	316
[Mekaniikka ja tähtitiede]	336

[Fysiikka]	343
[Kemia]	359
[Biologia]	361
[NIPPUJEN OTSIKOT JA SISÄLLYS- LUETTELOT]	382
Selityksiä	387
»Luonnon dialektiikan» nippujen hakuluet- telo	438
»Luonnon dialektiikan» lukujen ja katkel- mien aikaperäinen hakemisto	445
Nimihakemisto	450
Siteeratun ja mainitun kirjallisuuden ha- kemisto	470
Aikakausjulkaisuhakemisto	479
Asiahakemisto	480

LUKIJALLE

Kustannusliike Edistys pyytää lukijoita esittämään mielipiteensä tämän kirjan suomenmännoksen laadusta ja kirjan asusta. Kustannusliike on kiitollinen myös muista ehdoksista ja toivomuksista.

Osoitteemme:

*Zubovski bulvar, 21
Moskova, Neuvostoliitto*