

FILOSOOFILINE SARI
NOORSOOLE



A. Pozner

MAAILM
MATERIALISTI
PILGUGA

28958
117
A. POZNER

MAAILM MATERIALISTI
PILGUGA

1967

„EESTI RAAMAT“ · TALLINN

1 M
P 71

Originaali tiitel:

А. Познер

МИР ГЛАЗАМИ МАТЕРИАЛИСТА

Издательство политической литературы
Москва 1966

Tõlkinud M. Juske

Mida kujutab endast meid ümbritsev maailm? Mis koht on selles maailmas inimesel? Mispärast materialism eitab niinime-
tatud «sealpoolset maailma»? Mis on mateeria, liikumine, ruum
ja aeg? Mispärast maailm on ühtne, igavene ja lõputu? Kõigist
nendest küsimustest, mis on juba ammust ajast olnud filo-
soofia tähelepanu keskpunktis, ongi käesolevas brošüüris
juttu.

2



SISUKORD

Maailm leiab kätte toetuspunkti	3
Demokritose aatomist Bohri mudelini	37
Maailma ühtsus ja teadusalaste teadmiste süntees	62
«Hullumeelsete» ideede otsinguil	96

MAAILM LEIAB KÄTTE TOETUSPUNKTI

ATLAS JA TOETUSPUNKT

Tohutu suur, ääretu maailm ümbritseb inimest. Ta seisab meie ees lõpmatult mitmekesisena, tulvil igasuguseid esemeid ja nähtusi — alates üliväikestest aatomitest ja «elementaarosakestest» kuni hiiglaslike tähehogudeni, nähtamatust bakteritest kuni kõrgemate loomadeni.

Milline on see välismaailm, kust on pärit Maa ja millele ta «toetub», kuidas on tekkinud mäed, ookeanid ja metsad, millest on tingitud tuli? Tuhanded sellised küsimused on meid lapsepõlves painanud.



Nendele küsimustele otsisid vastust meie kauged esivanemad — ürginimesed. Nad ei teinud seda jõudeinimese uudishimust. Kui jõgede suurveetulvad hävitasid oraseid ning metsatulekahjude leekides hukkusid inimesed ja nende ürgaegsed eluasemed, tuli tahtmatult nende hirmuäratavate nähtuste põhjuste üle mõtlema hakata.

Muidugi mõista on praegu raske leida inimest, kes usuks, et Maad kannavad seljas kolm vaala... Kuid sellised küsimused, ja hoopis keerulisemal kujul, on tõusnud päevakorda mitte ainult üksikisiku või inimühiskonna lapsepõlves.

Nad võivad muutuda üldisteks probleemideks, millele inimesed aastatuhandete vältel õiget vastust otsisid: mida kujutab endast meid ümbritsev maailm, kas keegi on ta loonud või eksisteerib ta igavesest ajast peale, kas loodus allub objektiivsete seaduspärasuste toimele või realiseerib ta oma «looja» «eesmärgi», kust on pärit meie aistingud, muljed ja mõtted, mis on nende aluseks olev esmane «tooraine» või eksisteerivad nad ehk iseenesest, olles looduse algpõhjuseks?

Kõik need on keerulised filosoofilised küsimused. Neile on raske kohe õigesti vastata. Ent nendest inimkonna ajaloo vältel esilekerkinud küsimustest ei saadud ka mööda minna. Algul mõtlesid inimesed maailma «toetuspunkti» otsides ümbritsevate nähtuste jaoks välja kõikvõimalikke fantastilisi tõlgendusi. Nii sündis müüt, et Maa toetub kolmele vaalale või titaanide õlgadele. Tänu teadmiste kasvule hakkas inimene aegapidi sellistest müütidest lahti ütlema. Nende asemele tuli aga leida ümbritseva maailma tõeline «toetuspunkt», s. o. hakata õigesti mõistma maailma tekkimise põhjusi ja maailma seaduspärasusi.

M. Gardneri raamatus «Relatiivsusteooria miljonitele» on üks õpetlik muinasjutt. Kord jutustas Atlas (ehk Atlant — üks titaanidest, kes hoidis oma õlgadel taevaalaotust), mis juhtus sel päeval, kui inimesed, saanud vaimuvalgust, lakkasid usku-

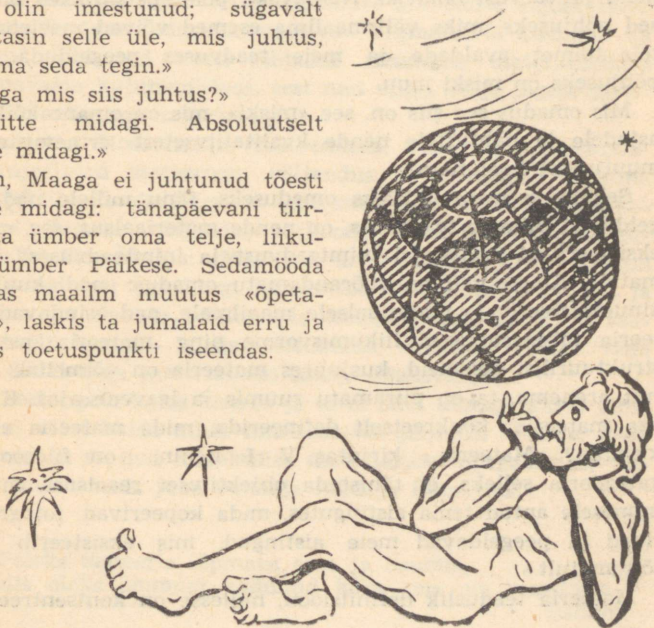
mast mütoloogilisi kujutelmi maailmaruumist. Atlas ütleb, et tema ülesanne — hoida üleval maakera — oli üpris ebameeldiv. Tal oli külm, sest tema kaelale toetus Maa lõunapoolus, ja käed olid tal kahe ookeani veest alalõpmata märjad. Kuid siiski täitis ta oma ülesannet senikaua, kui inimesed veel temasse uskusid.

Aga siis, jutustab Atlas kurvameelselt, hakkas maailm «liiga õpetatuks» muutuma. Atlas tuli otsusele, et tema järele ei tunta enam vajadust. Ta jättis maailma sinnapaika ja läks minema. «Aga mitte uisapäisa, mõtlematult, pidasin enne tükk aega aru,» jätkab Atlas. «Kuid ma olin imestunud; sügavalt imestasin selle üle, mis juhtus, kui ma seda tegin.»

«Aga mis siis juhtus?»

«Mitte midagi. Absoluutselt mitte midagi.»

Jah, Maaga ei juhtunud tõesti mitte midagi: tänapäevani tiirleb ta ümber oma telje, liikudes ümber Päikese. Sedamööda kuidas maailm muutus «õpetatuks», laskis ta jumalaid erru ja leidis toetuspunkti iseendas.



MATEERIA MÕISTE

Mida siis kujutab endast meid ümbritsev maailm? Maa, millel me elame, õhk, mida me hingame, toit, mida me sööme, rõivad, mida me kanname, materjalid, millest me maju ehitame ja masinaid valmistame, — kõik need on asjad, mis väga mitmeti üksteisest erinevad. Aga kas neil asjadel ka midagi ühist on?

Võtame näiteks tooli, laua ja pliiatsi. Mis on nendel ühist? Need on reaalsed esemed, mida me võime tajuda oma meeleorganitega. Kuid ega tool, laud ja pliiats siis sellepärast meie tajudes ja aistingutes ei peegeldu, et nad teatud kuju, mõõtmeid ja värvust omavad. Nähtavasti pole spetsiifilised omadused põhjuseks, miks välismaailma esemed võivad meeleorganitele toimet avaldada ja meie teadvuses peegelduda, selle põhjuseks on miski muu.

Mis omadus see siis on, see «miski», mis on omane kõikidele asjadele ja nähtustele nende kvalitatiivsetest erinevustest ja muutustest hoolimata?

Selleks esemete üldiseks omaduseks, tänu millele nad peegelduvad inimese teadvuses, on nende materiaalsus, see, et nad eksisteerivad väljaspool inimteadvust ja inimteadvusest sõltumatult. Kõigil neil on võõrandamatu omadus: nad kuuluvad ainueksisteerivale materiaalsele maailmale, nad esindavad mateeria mitmesuguseid liikumisvorme ning mateeria astmeid, struktuurilisi tasemeid, kusjuures mateeria on võimeline lõputult arenema, ta on piiramatu ruumis ja igavene ajas. Kuidas aga materiat konkreetselt defineerida, mida mateeria endast kujutab? «Mateeria,» kirjutas V. I. Lenin, «on filosoofiline kategooria selleks, et tähistada objektiivset reaalsust, mis on inimesele antud tema aistingutes, mida kopeerivad, fotografeerivad ja peegeldavad meie aistingud, mis eksisteerib neist sõltumatult.»

Mateeria teaduslik definitsioon, millesse on kontsentreeritud

kolossaalne teadmistepagas, oli loodusteaduste ja filosoofia pikaajalise arengu tulemus.

Mateeria mõistes on fikseeritud stiihiline usk inimest ümbritseva looduse, nähtuste ja kehade reaalsusesse, ainelisusesse. Neid, kes tunnistavad mateeria reaalsust ja peavad mateeriat primaarseks, meie muljete tekkimist tingivaks, nimetatakse materialistideks.

Juba vana-kreeka mõtlejatele oli iseloomulik püüd leida algmateeriat, millest koosnevad kõik looduslikud kehad. Selliseks ürgalgeks, kõigi materiaalsete muutuste kandjaks oli vesi (Tales), õhk (Anaksimenes), vesi, maa, õhk ja tuli (Empedokles). Kui naiivsed need loodusetundmise arenemise algusetapile, algelisele loodusetundmisele vastavad ürgmateeria otsingud ka ei olnud, olid nad ometi tähtsaks sammuks materialistliku maailmavaate kujunemisloos, sest nad viisid välja õigele järeldusele: maailm on materiaalne.

Varajastes filosoofilistes süsteemides, kus olid juba tekkinud kujutlused mateeriast, väljendus püüd mõista maailma kui objektiivselt eksisteerivat tervikut. Materialistliku loodusekäsituse olemust väljendas kujukalt vana-kreeka filosoof-materialist Herakleitos: «Maailma, ühtset kõiges, ei ole loonud keegi jumalatest ega keegi inimestest, vaid maailm oli, on ja jääb igavesti elavaks tuleks, mis seaduspäraselt süttib ja seaduspäraselt kustub.» Seda seisukohta nimetas Lenin väga heaks dialektilise materialismi aluste sõnastuseks.

Mateeriat pole keegi loonud ja ta ei hävi kunagi, ükski tema osake ei või tekkida mitte millestki või jäljetult kaduda. Seda tõde, mis on saanud dialektilise materialismi nurgakiviks, väljendas luulevormis juba vanaaja mõtleja Lucretius:

Poleks mateeria lõpmatu ajas ja ruumis,
siis oleks ammugi kadunud kõik, mis me maailmas
leidub...

Seda kinnitavad ka igapäevased kogemused. Näiteks puud, mis ahjus ära põlevad, ei muutu «mitte millekski». Nende põlemisel eraldub süsinik; õhu hapnikuga ühinedes tekitab see süsihappegaasi, mis hajub atmosfääris. Tuhka, mis puude põlemisest järele jääb, kasutatakse mulla väetamiseks. Mullast

ammutatavad taimed vett ja mineraalsooli ning õhust päikesekiirte toimetel süsinikku, moodustades orgaanilisi aineid.

Hoopis suuremates mastaapides toimub aine ringkäik universumis ja ühel selle hiiglaslikul saarel — meie Galaktikas, kus on üle 100 miljardi tähe. Teadus on kindlaks teinud, et peale tähtede, planeetide ja muude taevakehade kondenseerunud aine leidub maailmaruumis difuusset, hõredat materiat, näiteks kosmilise tolmu või gaasi pilvede näol. Erakordselt hõredast materiasist tekivad tihenemise tulemusena täevakehad, tähtede kadumisel aga moodustuvad uued hõreda materia kosmilised pilved.



MAAILM IDEALISTI PILGUGA

Mateerist on sündinud kõik nii materiaalse kui ka vaimse maailma nähtused. Meie meeleorganeile toimet avaldades kutsub materia esile aistingu, mis on meie teadmiste allikaks. Meeleorganid ja vastavad aistingud on väravaks, mille kaudu välismaailma mõju meie teadvusse tungib. Aistingute abil tekivad inimesel kujutlused, mõisted ja ideed.

Mis aga on aistingute taga? Materialist vastab sellele küsimusele umbes nii: loodus, materia, mis on meie aistingute ja aistingute kaudu kõigi ümbritseva maailma kohta käivate teadmiste allikaks. Erinevalt materialistliku käsituse pooldajast püüab idealist aga seevastu kuulutada kõige olemasoleva aluseks mõisted ja ideed, kujutada välismaailma objektide reaalseid omadusi ja suhteid pahupidiselt, pidades neid mõtte-tegevuse, teadvuse saaduseks.

Vastavalt idealistlikule kontseptsioonile ei tule ühtede või teiste nähtuste põhjusi otsida loodusest enesest, materiaalsete objektide vastastikusest toimest, vaid tuletada need teadvusest, vaimsest algest, milleks on «kõikvõimas jumal», «absoluutne vaim» jms.

Jälgime materialismi vastaste arutluste «loogikat». Kuidas me võime teada, et üksikud esemed ja maailm tervikuna eksisteerivad väljaspool inimest? — küsib idealist. Pikemalt mõtlemata vastab ta: tänu meeleorganitele, mis annavad meile aistinguid ja tajusid. Sellest meelte kaudu saadud materjalist tekivad mitmesugused ideed, näiteks külma, kõva, magusa, punase jne. idee. Just selliste ideedega, ja ainult nendega ongi meil tegemist, teeb ta järelduse. Punane, magus, kõva jne. on vaid ideed, mis ei sarnane mitte millegagi peale teiste samasuguste ideede ja mis ei eksisteeri väljaspool meie taju.

Tekib õigustatult küsimus: aga kuidas on siis lood reaalsete esemetega, kas need eksisteerivad? Kas näiteks raamatu vär-

vus, kõvadus ja kaal on materiaalsed omadused või ainult ideed? Niisugust ohtu märgates rahustab idealist teid seal-samas: «Ärge muretsege, asjad eksisteerivad...» Kuid ta jätkab oma arutlusi umbes nii. Mitmesugused ideed esinevad üksteisega koos, neile antakse ühine nimetus, tähistus, ja neid kokku peetakse vastavaks asjaks. Ühendades näiteks värvuse, kuju ja raskuse ideed (ehk aistingud), ütleme «raamat». Muud ideede kombinatsioonid annavad kivi, puu, õuna jne.

Selline on siis see mõte, mille materialismi vastane on pannud mõistetes «asi» ja «eksisteerib». Niisiis küsimusele, kas asjad eksisteerivad, vastab idealist jaatavalt: jah, muidugi, nad eksisteerivad... kuid ainult ideede kogusumma tähistusena, mitte väljaspool inimest, vaid ainult tema tajudes ja kujutlustes. Inglise piiskop, subjektiivne idealist Berkeley niimoodi kirjutaski: «Eksisteerida tähendab olla tajutav.» Teiste sõnadega — kui kaob inimene, tajuv subjekt, kaovad ka asjad, objektid, ümbritsev maailm, sest need on olemas ainult tajus ega eksisteeri tajust sõltumatult.

Seega siis religioossed ja idealistlikud kontseptsioonid eitaavad maailma materiaalsust, kahestavad maailma, jagades selle tegelikuks, reaalseks maailmaks ja kujuteldavaks, illusoorseks maailmaks. Seejuures pööratakse kõik pahupidi. Reaalseks osutub vaid ideede ja tajude maailm, asjad on aga inimese aistingute, ideede (ehk kõrgeima idee — jumala) looming, nende ebatäiuslik peegeldus, vari, illusioon.

Andeka vene kirjaniku-humoristi A. Avertšenko jutustuses «Telegrafist Nadkin»¹ on selline stseen. Kaks nokastanud meest, kellel on kaldumus filosoferida, vestlevad südamlikult looduse rüpes.

«Mõtlikkuse vari libises üle Nadkini näo.

«Juba lapsest peale mõtlen ma sellele: ei olnud enne mind

¹ Vt. «Наука и жизнь», 1965, nr. 3.

mitte midagi, ei ole ka pärast mind midagi tulemas... Miks? Elas Nadkin — kõik oli Nadkini jaoks. Pole Nadkinit — pole midagi tarviski.»

... Tuhat mõtet piinas Tundmatu pisut pommis pead.

«Kuidas siis nii,» ütles ta vihast katkeval häälel, «sinu jutu järgi pole ka meie linna praegu olemas, kui sind seal pole?»

«Muidugi ei ole.»

«Aga vaata seda kellatorni seal... Kust see siis sinna sai?»

«Noh, kui mina ta peale vaatan, ilmub ta muidugi nähtavale. Aga kui ma pilgu ära pööran — milleks teda siis veel vaja? Mille jaoks?»

«No on alles siga. Näh, sina pöörad pilgu ära, aga mina vaatan — näis, kas ta kaob või mitte?!»

«Sellel pole mõtet,» vastas Nadkin külmalt. «Kas mulle pole ükstapuha, paistab see kellatorn sulle või ei paista?»»

Lugenud selle katkendi läbi, võib kaine lugeja täie õigusega öelda: «Leidsid ka, millele viidata!» Häda on aga selles, et seniajani leidub haritud inimesi, kes võtavad kaine peaga appi Nadkini «argumendid». Näiteks kirjutas üks kaasaegne välismaa filosoof raamatus «Teadusliku filosoofia sünd» järgmist: «Maja eksisteerib ainult siis, kui ma ta peale vaatan, aga alati, kui mu pilk mujale pöördub, kaob ta.»

Maja «kaob» tõesti, kui te teda ei vaata, kuid ta «kaob» vaid teie aistingutes, mitte aga tegelikkuses. Vastasel korral eksisteeriks maja ainult tänu teie tajule, mis on aga ilmne absurdsus.

Kui te võtate omaks idealistliku tegelikkusekäsituse, satute otsekohe vastuolude ja mõttetuste nõiaringi. Kogu maailm muutub ideede, muljete ja kujutluste kaootiliseks segapudruks. Ta võib «degradeeruda» kirjutuslauaks, mida te antud hetkel tajute, või hoopis kaduda, kui te uinute. Kui teie vanemad eksisteerivad vaid teie kujutluses, siis järelikult võiksite ennast ise ilmale tuua... Sellest mõttetuste labürindist on võimalik

välja rabelda ainult välismaailma objektiivset eksistentsi tunnistades.

Aga kui absurdne idealistlik printsiip «eksisteerida tähendab olla tajutav» ka ei oleks, polegi seda niisama lihtne kummutada, kui püsida teoreetiliste arutluste raames. Berkeley-aegsed materialistid seadsid Berkeley printsiibile vastu niisuguse argumendi. Oletame, et me tajume antud momendil mitmeid ideid, mida kokku tähistatakse sõnaga «laud». Seejärel tahaksime nende ideede asemel tajuda muid ideid, mille kogusummat nimetatakse «tooliks». Kuitahes vägev me soov ka ei oleks, tooli asemele lauda ikka ei ilmu. Järelikult ei peitu nende ideede põhjus meis endis, vaid milleski muus, mis on väljaspool meie teadvust. Selle «muu» all mõistsidki materialistid materiaalist välismaailma. Kuid Berkeley vaidles sellele argumendile vastu: temale oli «muuks» kõikvõimas jumalik mõistus — ideede looja ja ideede asupaik.

MATERIALISMI ALGKOOL

Tekib iseenesestmõistetav küsimus: kas leidub veenvat argumenti või, nagu füüsikud ütlevad, «otsustavat eksperimenti», mis tõestab, et asjad eksisteerivad objektiivselt, ja lükkab ümber Berkeley printsiibi? Sellise «argumendi» leidis marksism — selleks on inimkonna ühiskondlik-ajalooline praktika.

Üks uurija esitab järgmise huvitava fakti. Kui Aafrika rannikult nähti esmakordselt Portugali laevu, pidasid neegrid neid tohutu suurteks lindudeks, kes on pilvedelt maa peale laskunud. Nad hakkasid tegutsema vastavalt oma esimestele muljetele ja avastasid peagi, et kummalised olendid ei lehvita tiibu ega suuda lendu tõusta. Praktiliste toimingute tulemused sattusid teravasse vastuollu esialgsete subjektiivsete muljetega. Nende toimingute käigus kadus esmase kujundi ja tundmatu

objekti vahel valitsev ebakõla ning inimesed veendusid, et nende ees tegelikkuses pole linnud, vaid laevad. Kui nad aga oleksid jäänud vaid oma muljete kütkeisse, poleks nad suutnud tõe ekshiarvamusest eristada.

Inimtunnetuse tekkimis- ja arenemislugu on veenvaks vastuväiteks idealistide teesile, et inimteadvus oli algusest peale religioosne, ta ei peegeldanud objektiivset maailma, vaid tugines usule jumalikesse jõududesse, kes on selle maailma loonud. Inimtunnetuse ajalugu näitab, et inimeste esialgsed vaated olid küll naiivsed, kuid stiihilismaterialistlikud. Inimesed ei kahelnud, et asjad, millega nad alatasa kokku puutusid, eksisteerivad reaalselt, objektiivselt.

Teadmishimu ja tööotsingud algasid inimkonna abitu lapsepõlve koidikul, kui inimesi ümbritsesid stiihilised vaenulikud loodusjõud. Praegu on teadus kolossaalseid edusamme teinud, tollal aga oli paljude nähtuste päritolu saladuskatte all. Märksa hiljem väljendas suur vanaaja mõtleja Demokritos seda õilsat otsingutetuhinat väga tabavalt: «Leida üks nähtustevaheline põhjuslik seos on mulle väärtuslikum, kui saada kogu Pärsia kuningriigi omanikuks.»

Aegapidi kasvas inimese vaimujõud ja loodus alistus järjest rohkem tema ülevõimule. Ei tagakiusamine võimude poolt ega inkvisitsiooni tuleriitade suits suutnud tõevalgust varjutada. Praegusaegse tunnetuse grandioossed edusammud, aatomite ja «elementaarosakeste» maailma «intiimsete» saladuste avastamine, julged kosmoselennud ja «mõtlevate» küberneetiliste masinate loomine on kinnitanud veenvalt, et juurdlev ja otsiv inimhõistus on kõikvõimas.

Pikk tunnetusetee tuli ära käia, enne kui need edusammud võimalikuks said. Paljude sajandite jooksul otsis inimene tunnetusvahendeid, «toetuspunkti» ohjeldamatute loodusjõudude alistamiseks. Ta oli nagu janust kurnatud teekäija, kes ei tea rada elustava allika juurde.

Praktilised toimingud ja elukogemused virgutasid ürginimest usaldama oma muljeid. Tööriistade leiutamine ja valmistamine, toiduhankimine, jahipidamine ja eluaseme ehitamine viisid inimese loomulikule veendumusele, et väljaspool teda ja temast sõltumatult eksisteerivad asjad, mida ta näeb ja kombib, mis võivad olla kahjulikud või kasulikud ning mida inimene võib mõjutada.

Selleks et toitu hankida, looma või lindu püüda ja tappa, oli vaja vastavat tööriista — kirvest, oda või vibu. Sellist tööriista valmistades lõi inimene teatud asja, välisobjekti. Seejuures tekkis tal enam või vähem õige kujutlus sellest objektist ja tema otstarbest. Kui see tööriist poleks vastanud tegeallikkusele, poleks inimene saanud seda püstitatud eesmärgi saavutamiseks kasutada. Elu ise õpetas talle kätte õiged arusaamad asjade omadustest ning viis neisse sisse korrektiivid ja parandused.

Sellest annavad tunnistust näiteks kiviaegsed tööriistad, mis on leitud ürginimeste asulate väljakaevamisel. Kivi töötlemine polnud kerge, see nõudis kivi omaduste tundmist. Aja jooksul õnnestus leida selline kiviliik — tulekivi, mis purunes tagumisel teravate servadega kildudeks. See viis mõttele töödelda, tahuda üht tulekivitükki teise abil ning valmistada sel teel vajalikke tööriistu — kivikirveid, nuge, oda- ja nooleotsi.

Kui metslane selliseid tööriistu valmistas, ei kahelnud ta kivitüki või sellest tehtud kirve reaalses, objektiivses olemasolus, ükskõik kas ta neid esemeid antud momendil tajus või mitte. Ta oli kindel, et ka teise inimese käes on kivikirves ese, millega võib puid raiuda ja mitte näiteks vett juua.

Ilma selle veendumuseta, et väljaspool meid eksisteerivad materiaalse maailma esemed, mis avaldavad toimet meeleanorganitele ja millele meie saame toimet avaldada, on inimese praktiline tegevus võimatu. See eeldab mitte ainult subjekti, tegevuse kandjat, s.t. inimisiksust, vaid ka «midagi», mis



eksisteerib väljaspool inimest, — välismaailma, materiaalseid objekte, millele on suunatud meie tegevus.

Okste ragisemine metslooma käppade all või kivide varisemisest tekkinud mürin mägedes signaliseerisid reaalsest ohust. Nende signaalide ignoreerimine maksis sageli inimelu. Meeleorganite näitude taga harjusid inimesed nägema mitte välismaailmast eraldatud puhtsubjektiivseid elamusi, vaid reaalseid esemeid, mis sundisid toimima vastavalt nende objektiivsetele omadustele.

Tähtsaks sammuks inimese «vabastamisel» oli tule saladuste avastamine. Nähes, kuidas möllab pikselöögi või kukkunud kivist väljalõõnud sädeme poolt tekitatud tulekahju leek, õppis inimene aegapidi tuld taltsutama ja enda tarbeks alal hoidma. Seda looduse «kogemust» ära kasutades õppisid inimesed ka kunstlikult tuld saama. Looduse sünnitatud olevus õppis üht

võimsamat loodusjõudu valitsema. Nähtavasti seepärast vihas-
taski kõikvõimas Zeus nii hirmsasti Prometeuse peale, kes
varastas inimeste jaoks tule, nagu müüdid jutustavad. Tal oli
põhjust karta, et võim tule üle teeb inimesed sõltumatuks
jumalikest jõududest ja jumalad ei saa enam inimest käsutada.

Kahevõitlus loodusega oli esimeseks materialismi kooliks.
materialismi algkooliks, kus õppisid meie kauged esivanemad.
Nende lüüasaamised ja nurjumised võitluses loodusjõududega
ajendasid «õppust võtma», koguma hoolikalt andmeid «vas-
tase» kohta, s. o. õppima tundma ümbritsevat maailma ja seal
valitsevaid seadusi. Mida paremini inimene loodust tundma
õppis ja tunnetas, seda enam sai ta looduse isandaks, muutes
enda üle valitsevad võõrad loodusjõud omaenda inimlikuks
jõuks.

Tänu praktilistele toimingutele algul kivikirve ning hiljem
vibu ja noole ja metallist tööriistade abil, tänu elementaarsete
tööskestete ja teadmiste omandamisele võis inimene eralduda
loomariigist. Inimese eksistents ise oli looduse aktiivse mõju-
tamise, praktilise materiaalse tegevuse tulemus, toidu hanki-
misel, rõivaste valmistamisel, elamute ehitamisel jne. tehtava
töö tulemus. Kõige selle alusel arenesid stiihilismaterialistlikud
vaated, intuiitiivne veendumus välismaailma esemete ja nähtuste
reaalsuses ning arusaamine nende tekke loomulikkusest, mis
on fikseeritud materialistlikus põhimõttes «miski ei teki mitte
millestki».

FANTAASIA JA REAALSUS

Vale oleks aga asja nii ette kujutada, et materialistlikud vaa-
ted olid ainsad või alati domineerivad. Sel juhul jääks aru-
saamatuks fakt, et tekkisid ka idealistlikud ja religioossed
vaated. Tegelikult ei tulnud materialistlik loodusekäsitlus ker-
gelt kätte. Teadmistesugemed meenusid üksildasi oaase

vaimupimeduse kõrbes. Inimese mannetus tema üle valitsevate salapärase loodusjõudude ees sünnitas ka teistsuguseid, materialistlikule käsitusele vastukäivaid arusaamasid — religioos-
seid ja idealistlikke vaateid.

Idealism ei teki tühja koha peal, ta ei ole idealistide jõudeaja väljamõeldis. Tunnetusprotsessi keerukuses ja vastuolulisuses, tunnetusprotsessi raskuses peitub võimalus eraldada ühtesid või teisi mõisteid ja ideid tegelikkusest, liialdada ühekülgset subjektiivsete momentidega, mõista vääralt ja moonutatult välismaailma seoseid ja objekte. Seetõttu võib inimese tunnetustegevus muutuda toitepinnaseks mitte üksi tõeterade ja -õite kasvule, vaid ka ekshiarvamuslike vesivõsude ja umb-rohu — idealismi vohamisele.

Milles seisnesid nende moonutatud, väärade vaadete konkreetsed põhjused? Vaatleme seda pinnast, kust kasvasid välja religioossed vaated.

Kaitsetu ja passiivne ürginimene tajus välismaailma kui tervikut objektina, mis talle aktiivselt mõju avaldab. Nõmedus ja hirm salapärase nähtuste ees viisid nii kaugele, et ta nägi loomulike põhjuste asemel müstiliste, üleloomulike jõudude toimet. Ürginimene ei osanud endale aru anda, millest on tingitud sellised nähtused, nagu surm, haigused ja uni. Need nähtused ja samuti ka loendamatud loodusõnnetused (üle-ujutused, maavärinad jm.) viisid ta mõttele, et inimene on nõrk ja tühine, et on olemas kurjad ja head jõud, mis võivad ta saatust mõjutada.

Kuidas suhtus ürginimene näiteks sellisesse faktisse nagu unenägu?

Une ajal oli ta jõude, lamas liikumatult koopas ning ühtaegu «viibis» teistes paikades, «saatis korda» nii- ja naasuguseid tegusid, «vestles» ammu surnud inimestega. Siit tekkis kujutus, et hing on kehast sõltumatu, seejärel aga usk hinge surematusse. Teadmatuse ja jõuetuse tagajärjeks oli, et inimene

tundis end ühtviisi kaitsetuna ja passiivsena nii reaalses maailmas kui ka oma unenägudes. Tal läks suure vaevaga korda taibata, kus lõpeb unenägu ja algab reaalsus, mis vahe on unenägude nägemise ja seletamise ning reaalse maailma mõistmise vahel.

Hiljem tõestasid idealistid neid väärarusaamasid ära kasutades, et unenäo ja tegelikkuse vahel on võimatu vahet teha. See, mida me nimetame reaalseks maailmaks, olevat uni ilmsi; loodusnähtused pole reaalsemad ja objektiivsemad kui meie unenäod.

Seda, mis jäi vajaka reaalistest vahenditest oma vajaduste rahuldamiseks võitluses loodusega, püüdis ürginimene tasa teha maagiliste võluvahenditega ja igasuguste lausumistega, millega käisid kaasas rituaalsed tantsud. Ta kutsus välja surnud esivanemate hingi, lootes oma maistes asjades nende abile.

Hulgaliselt kaasnes rituaale ja nõidumisi näiteks pott-sepatööga. Savinõu valmistamist võeti kui naiste rituaali loominguakti, mille juures ei lubatud viibida meestel. Ära-kuivanud valmisnõu nimetati «loodud olendiks». Kui naine lõi kaabikuga nõu pihta, siis see helises — «looming» kõneles. Kui nõu põletamise ajal mõranes, oli kuulda tugevat kuminat — «loomingu karjet» põgenemisel; pragunenud nõu ei kumisenud enam. Eks proovige siin tõestada, et «ega jumalad potte põleta»...

Nii asendati asjade- ja nähtustevahelised reaalsed, materiaalsed suhted kujuteldavate, fantastiliste seostega. Sel pinnal tekkisid religioossed kujutelmad, usk kõikvõimsasse jumalasse — maailmaruumi loojasse, hauatagusesse ellu, headesse ja kurjadesse vaimudesse. Näiteks peeti kõuekärgatust raevunud jumaluse viha avalduseks või prohvet Eliase sõjavankri mürinaks; Päikese varjutust Kuu läbiminekul Maa ja Päikese vahelt seletati jumaliku draakoni lennuna, kes oma sabaga Päikese ära varjab.

FILOSOOFIA PÕHIKÜSIMUS

Tunnetava inimese esimeste sammude põhjal inimühiskonna «lapsepõlves» võib teha olulisi järeldusi.

Nende kujutelmade, mõistete ja ideede aluseks, mis inimesel tekkisid, oli materiaalne praktiline tegevus. Kujunedes töös ja inimestevahelises suhtlemises, andis inimteadvus koopiaid, ülesvõtteid ja kujundeid temast sõltumatult eksisteerivatest reaalsest asjadest.

Inimühiskonna ajalugu näitab veenvalt, et just nimelt praktika on see «otsustav eksperiment», mis kummutab tegelikkuse ebateadusliku, fantastilise käsituse ja kõikvõimalikud müstilised väljamõeldised.

Tänu praktikale, tänu mitmesugusele tegevusele ümbritsevate objektide ümberkujundamisel ja muutmisel hakkas inimene järjest täielikumalt ja täpsemalt maailma tunnetama, vabanedes ebateaduslikust, moonutatud tegelikkusekäsitusest.

Ühiskondlik-ajalooline praktika, praktiline inimtegevus tõestas ja tõestab seniajani vaieldamatult, et materiaalne maailm eksisteerib objektiivselt.

Kuid esimeste stiihilismmaterialistlike vaadete kõrval tekkisid ka fantastilised, mütoloogilised seletused «salapärase» looduse jõudude kohta. Neist religioossetest kujutlustest tekkisid aja jooksul teaduslikule materialistlikule maailmavaatele vaenulike vaadete keerulised süsteemid. Need olid viljakaks pinnaseks idealistlike kontseptsioonide arenemisele, mis omakorda aitasid religiooni filosoofiliselt põhjendada.

Aja jooksul võttis inimese ja teda ümbritseva looduse vahekorra probleem üldistatuma, filosoofilise iseloomu: kas välismaailm on primaarne, objektiivselt, inimtajudest sõltumatult eksisteeriv või on asi vastupidi — primaarsed, reaalsed on vaid meie tajud, loodus on aga midagi sekundaarset, neist tuletatud? Siin peitus rakuks, millest (olenevalt antud küsi-

muse lahendusest) kasvasid välja kaks erinevat loodusekäsitust — materialistlik ja idealistlik, teaduslik ja religioosne. Meie poolt formuleeritud probleemi nimetatakse filosoofia *põhiküsimuseks*.

See on küsimus mõtlemise, teadvuse, vaimu vahekorra materია, olemise, loodusega. Seejuures võib selle juuri leida juba meie kaugelid esivanemaid erutanud probleemid, — milline on hinge ja keha vahekord, kas hing on surematu jne.

Asudes ümbritsevat maailma filosoofiliselt uurima ja tema üle arutlema, peab inimene lahendama filosoofia põhiküsimuse: mida pidada primaarseks, ürgalgeks olevaks — kas materiat, loodust, olemist, füüsilist, või siis mõtlemist, teadvust, vaimu, psüühilist? Seda küsimust nimetatakse põhiküsimuseks, sest selle lahendamiseks olenevad kõik järgnevad arutlused, lähene mine muudele probleemidele, nende analüüs, hinnang ja järeldused.

Kui te vastate jaatavalt, s. o. peate primaarseks, põhiliseks algeks materiat, loodust, siis kuulute te *materialistide* hulka. Vastasel korral satute *idealistide* leeri. Materია mõistes, mis tähistab teadvusest sõltumatult eksisteerivat objektiivset reaalsust, fikseeruski filosoofia põhiküsimuse materialistlik lahendus.

MATEERIA JA LIIKUMINE

Nüüd, kus me oleme vaadelnud materialistliku ja idealistliku maailmakäsituse olemust, filosoofia põhiküsimust ja selle idealistliku lahenduse paikapidamatust, peatume konkreetsemalt sellel, mida kujutab endast materία. Millised omadused on materία ehk, nagu öeldakse filosoofia keeles, mis on materία atribuudid?

Muidugi mõista oleks võimatu loetleda kõiki materία omadusi: mitmesugustel materiaalsel objektidel on erinevad

omadused. Kuid on üks põhiline, vöörandamatu omadus, mis on olemas kõikidel materiaalsel objektidel. See omadus on liikumine. Liikumise all tuleb mõista kehade vastastikuse toime, muutumise tulemust, liikumine on materia eksisteerimise viis.

Võtame ükskõik mis objektid, kõigile neile on omane liikumine. Planeedid, tähed, galaktikad, maakoos ja maapõu, pisimad osakesed (molekulid, aatomid ja elektronid) — kõik nad liiguvad ja muutuvad lakkamatult.

Isegi pealtnäha paigalseisvad kehad liiguvad. Raske on märgata mingit liikumist või muutust näiteks kuristikku kohal rippuvas kaljurahnus. Aga seegi kivipank elab: tuule, vihma ja päikesekiirte toimel kalju mureneb ja uuristub, temas tekiavad praod, ta muudab oma kontuure. Inimene, kes laua taga istub, on paigal. Kuid see paigalseis on suhteline, sest inimene liigub koos maaga, tema sisemuses toimuvad keerulised füsioloogilised muutused, vereringe, hingamine, mõtlemisprotsess.

Juba vana-kreeka materialistid pidasid liikumist universaalseks. Kõige kujukamalt väljendub see Herakleitose aforismis: «Kõik voolab, kõik muutub.» Ent kreeka mõtlejad ei saanud esitada selle printsiibi kinnituseks kaalukaid tõestusi, sest neil polnud piisavalt eksperimentaalseid andmeid. Raskus seisnes selles, et nad ei mõistnud materia liikumise põhjusti.

Neid raskusi kasutasid ära idealistid, püüdes tõestada, et materia on inertne, materia pole võimeline liikuma ning on elutu ja paigalseisev. Väga mitmesuguste nüanssidega on nende meelest ainus jõud, kes materiaale hinge sisse puhub, lõppude lõpuks jumal.

Aristoteles näiteks pidas materiat inertseks, kaotiliseks lähtematerjaliks. Tänu aktiivsele algele, vaimse, ideaalse vormi sekkumisele läheb ta liikvele ja muutub teatud kindlaks asjaks. Nii muutub inertne marmorikamakas ideed realiseeriva skulp-

tori käes raidkujuks. «Vormide vormiks» oli Aristotelesel kõikvõimas jumal.

Isegi mõned füüsikud ei suutnud vältida seda laadi religioosete, teoloogiliste kontseptsioonide mõju. Teatavasti viisid planeetide liikumise seletamisel ettetulevad raskused Newtoni «jumaliku esmatõuke» ideele. Ta pidas igasuguse liikumise põhjuseks jõudu, mis pole mateeriaga seotud ja on materia suhtes midagi primaarset.

Metafüüsikutele oli iseloomulik, et nad käsitlesid liikumist mehaanilise ümberpaiknemisena, mis ei vii kvalitatiivsetele muutustele, kordumisena, kvantitatiivse vähenemise või suurenemisena. Seejuures lahutasid nad liikumise allika ja tõukejõu materiaast, pidades primaarseks ideed, vormi, esmatõuget, jumalat jms.

Tegelikult aga pole materia liikumine lihtne mehaaniline ümberpaiknemine, vaid kõik materiaalsetes objektides toimuvad muutused, kehade üleminekud ühest kvalitatiivsest olekust teise. Liikumise- ja muutumisprotsessis teevad materiaalsed objektid läbi kvalitatiivselt erinevaid, kuid üksteisega seotud astmeid. Arenemine seisneb selles, et kehad ja nähtused nagu tõusevad ühelt kvalitatiivselt astmelt teisele, lähevad madalast staadiumist üle kõrgemasse. Arenemine ei tähenda lihtsalt kvantitatiivset suurenemist või vähenemist, vaid kvalitatiivseid muutusi, mitte liikumist ringjoont mööda, vaid tõusvat spiraali mööda.

Igasugune liikumine, muutumine, arenemine toimub eelkõige omaenda põhjuste tõttu, igal liikumisel on oma sisemine ajend ning on seetõttu iseliikumine. Selliseks sisemiseks liikumiseallikaks on vastandlike jõudude, külgede või tendentside vastasmõju ja võitlus. Vastuolu on arenemise tõukejõud, tegelikkuse liikumapanev alge, tema «perpetuum mobile». «Vastuolu viib edasi», nagu ütles Hegel.

Ükskõik missuguse ümbritseva maailma nähtuse me ka ei

võtaks — anorgaanilisest loodusest kuni ühiskonnaeluni —, tema muutumine, arenemine toimub vastandite võitluse kaudu. Keemilised nähtused tekivad aatomite ühinemis- ja lagunemisprotsesside tõttu. Uute elusolendite tekkimine, bioloogiliste vormide evolutsioon on organismi ja keskkonna vastastikuse toime tulemus, mis väljendub pärilikkuse ja muutlikkuse vastuolus, uute tunnuste kinnistumises ja vanade kadumises.

Inimese psüühilise elu füsioloogiliseks aluseks on vastandlike protsesside — erutuse ja pidurduse vastastikune toime, võitlus. Tunnetuse arenemise tõukejõuks on vastuolud vanade teaduslike kujutluste ja uute eksperimentaalandmete vahel. Ühiskonnas toimuvad muutused, uue ühiskonnakorra, eriti sotsialistliku korra sünd on ekspuateritavate ja ekspuaterijate vahelise klassivõitluse tulemus.

Materia liikumise mitmekesiste vormide hulgas võib eristada mõningaid põhilisi: mehaaniline (kehade ruumiline ümberpaiknemine üksteise suhtes), füüsikaline (mitmesugused soojuslikud ja elektromagnetilised protsessid, aatomi- ja tuumasised muundumised, elementaarosakeste vastastikune muundumine jms.), keemiline (molekulide ühinemine ja lagunemine, keemiliste elementide muundumised), bioloogiline (orgaaniline elu oma mitmesugustes avaldumisvormides), sotsiaalne (inimühiskonna arenemine).

Materia liikumise vormid on omavahel tihedalt seotud, nad võivad üksteiseks üle minna. Mehaaniline liikumine (lõök, hõõrdumine, surve) muundub soojuseks. Hõõguvast ainstest levivad soojus- ja valgusvood. Optiline ja soojusliikumine tekitavad elektrilisi ja magnetilisi nähtusi. Mõnedes kehtes toimuvad keemilised ühinemis- ja lagunemisprotsessid.

Kujuka pildi materia liikumise mitmesuguste vormide ja vastavate energialiikide üksteiseks üleminekust annab hüdroelektrijaama töö. Tammiga tõkestatud jõeveel on tohutud potentsiaalse energia (seisuenergia) varud. Veemassi langemisel



muutub potentsiaalne energia kineetiliseks energiaks (liikumisenergiaks), saadud mehhaaniline energia muundub alalisvõi vahelduvvoolu elektrienergiaks. Elektrivool omakorda paneb tööle elektrimootorid, muundudes uuesti mehaaniliseks energiaks, annab valgust, soojendab elektriküttekehasid ja muundub keemiliseks energiaks elektrolüüsivannis, mis eraldab keerulistest keemilistest ühenditest keemilisi elemente.

Füüsika avastas materia liikumise vormide konkreetset üleminekud üksteiseks ja universaalse looduseaduse — energia jäävuse ja muundumise seaduse, mis oli loodusteaduslikuks tõestuseks sellele, et materia liikumise vormid võivad üksteiseks üle minna ning et materia ei kao kvantitatiivselt ega kvalitatiivselt. Materia ei eksisteeri ilma liikumiseta, nii nagu pole ka liikumist ilma materiaata.

KAS ON OLEMAS «PUHAST» LIIKUMIST?

Oma teoses «Materialism ja empiriokrititsism» näitas V. I. Lenin saksa keemiku W. Ostwaldi vaateid kritiseerides, kuivõrd paikapidamatu on katse eraldada liikumist ja energiat materias, kujutada reaalsena vaid «puhast» liikumist, «puhast» energiat.

Kui on olemas vaid «puhas» liikumine ja energia ilma igasuguste materiaalsete kandjateta, tekib loomulikult küsimus: mis siis liigub? Sellisel juhul tunnistatakse liikuvaks vaid mõtlemine, mõisted, kujutlused ning seega seatakse

au sisse idealistlik printsiip, et teadvus, vaim on primaarne. Ümbritsev maailm muutub materias «puhastatud» energia, teadvuse «energia» avalduseks.

Järelikult viib liikumise ja lõppude lõpuks energia igasugune eraldamine materias paratamatult välja selleni, et mõtlemine eraldatakse objektiivsest reaalsusest, asutakse idealismi positsioonidele, sest tunnistatakse vaid teadvuse (inimkujutluste, mõistete jms.) liikumist, millel pole enam vastet objektiivses maailmas ja mis pole võimeline peegeldama materia liikumist.

Välismaa füüsikute seas leidub veel praegugi Ostwaldi filosoofia pooldajaid, kes tõestavad, et materia «hävib» ja «kaob», ning elustavad teaduse poolt kummutatud «energetismi».



Loodusteaduse andmete uut viisi argumenteerimisest ja nende rafineeritumast võltsimisest hoolimata on tänapäeva «energetism» oma olemuselt seesama, milleks V. I. Lenin teda nimetas — «katse mõelda liikumist ilma mateeriata», s. o. idealism. Tänapäeva «energeetikud» rajavad oma idealistlikud spekulatsioonid osakeste vastastikuse muundumise protsesside, massi ja energia vahekorra seaduse jne. väärtõlgendusele.

Tänapäeva «energeetikute» idealism tuleb kujukalt ilmsiks niinimetatud «paaride muundumise» tõlgendamisel. Kaasaegne füüsika on kindlaks teinud, et kui elektron (negatiivselt laetud osake) ja positron (positiivselt laetud osake) kokku põrkavad, siis muunduvad nad elektromagnetilise välja osakesteks (footoniteks). On võimalik ka vastupidine protsess, kus sellisest väljast moodustuvad elektronid ja positronid. «Energetismi» pooldajad väidavad, et esimesel juhul toimub materia «hävimine» (annihilatsioon), kuna väli (valgus) on nende meelest «puhas energia»; teisel juhul aga materia «tekkimine», energia «materialiseerumine».

Kes seda protsessi nii käsitab, see eraldab liikumise materiaast ja energia massist, sest ta eeldab, et valgusosakestel (footonitel) puudub igasugune mass ja nad on «puhas» energia.

Tegelikult on aine ja väli (valgus) materia eri liigid. See pärast, nagu märkis akadeemik S. I. Vavilov, toimub siin ühe kvalitatiivselt spetsiifilise materiaaliigi muundumine teiseks: esimesel juhul muutub aine väljaks (valguseks), teisel juhul väli (valgus) aineks. Vastavalt jäävuse seadusele muunduvad aine mass ja energia välja (valguse) massiks ja energiaks, ning vastupidi.

Tänapäeva «energetismi» teiseks allikaks oli relatiivsusteooria poolt avastatud massi ja energia vahekorra seaduse ($E=mc^2$) vale tõlgendamine. Seda tehti nii, et massi mõiste, mis peegeldab üht materia omadust, asendati materia filosoofilise mõistega, mis tähistab objektiivset reaalsust, valgus

aga samastati energiaga. Pärast selliseid operatsioone tõestati valede eelduste abil, et suhe $E=mc^2$ tähistavat materia muundumist energiaks, s. o. «materia hävimist».

Massi ja energia vahekorra seaduse tõelist tähendust võib mõista vaid materia ja liikumise ühtsuse alusel. See seadus tähendab seda, et mitmesuguste liikuva materia liikide üksteiseks üleminekul toimub energeetiliste muundumiste kõrval ühtaegu nendega tihedas seoses ka massi muundumine.

AEG JA RUUM

Seoses materia liikumise uurimisega kerkib üles liikumise olemasolu tingimuste, materia olemisvormide küsimus.

Meid ümbritsevas maailmas on kõikidel liikuvatel materiaalsel objektidel teatud mõõtmed, maht ja ruumiline ulatuvus (struktuur), nad paiknevad üksteise suhtes nii või teisiti. Peale selle on nad seotud järgnevussuhetega — üks objekt eelneb teisele või astub eelneva asemele.

Ruum ja aeg ongi materia objektiivselt reaalsed olemisvormid. Pole olemas ühtki materia osa ega osakest (planeetidest kuni elektronini), mis oleks mitteruumiline, s. o. millel poleks ulatuvust, struktuuri. Samuti pole ühtki materiaalsel objektil, mis eksisteeriks väljaspool aega, s. o. mis jääks täiesti muutumatuks.

Ruum kujutab endast objektiivset seost üksteist mõjutavate materiaalsete objektide vahel, nende kooseksisteerimise suhet; ruum väljendab olekute ulatuvust, kooseksisteerimist. Aeg iseloomustab olekute vahetumist; aeg väljendab olekute kestust, pöördumatust. Kui ruumilisi suhteid piltlikult kujutada horisontaaltasandil asuvate joontena, siis ajalisi suhteid tuleks kujutada vertikaaltasandina.

Ruumi mõistet iseloomustavad eseme sellised omadused nagu pikkus, kõrgus, laius, kuju, struktuur, kaugus teiste kehade

suhtes. Neid ruumilisi omadusi ja suhteid uurib geomeetria. Nende peegeldamiseks kasutab geomeetria mõisteid «punkt», «sirgjoon», «kõverjoon», «tasapind», «kera» jt.

Geomeetria tekkis seoses inimese praktiliste vajadustega — vahemaade, maatükkide ning kehade mahu ja kaalu mõõtmisega. Geomeetria aksioomide ja teoreemide kõige täielikumaks koguks oli vana-kreeka matemaatiku Eukleidese (4.—3. sajand e. m. a.) «Elemendid», mis oli koostatud igapäevaste kogemuste üldistamise baasil. See on veel praegugi aluseks kooli geomeetriaõpikutele.

Geomeetrilised kujutlused ruumist muutuvad ja täiustuvad. Nii pandi 19. sajandil tänu silmapaistva vene matemaatiku Lobatševski töödele alus mitteeukleidilisele geomeetriaale, mis peegeldab ruumi hoopis sügavamaid omadusi kui Eukleidese geomeetria. Näiteks võib vastavalt mitteeukleidilisele geomeetriaale (mis arvestab ruumi sellist omadust nagu kõverus) läbi väljaspool sirget asuva punkti tõmmata mitte ühe, vaid vähemalt kaks antud sirgega paralleelset sirget.

See kinnitab materialistlikku seisukohta, et geomeetria aksioomid ei ole muutumatud, aprioorsed «mõistuse sünnitised», vaid välismaailma ruumiliste omaduste üha süveneva tunnetamise tulemus. Need uued geomeetrilised kujutlused leiavad kasutamist relatiivsusteoorias. Viimane on tõestanud, et liikuvate kehade ruumilised omadused määrab ära gravitatsiooniväli ja neid kirjeldab mitteeukleidiline geomeetria.

Nii nagu esemete ruumilised suhtedki, väljendavad ka ajalised karakteristikad inimteadvusest sõltumatult eksisteerivaid objektiivseid omadusi. Aja mõistes peegelduvad objektide sellised omadused nagu püsikindlus ja muutlikkus, eksisteerimine teise eseme suhtes «enne», «pärast» või «üheaegselt». Ajal on teatud kindel suunitlus: ta voolab minevikust oleviku kaudu tulevikku.

Kestus ja ajalised kujutelmad eksisteerivad tänu materiaali-

sete objektide muutumisele. Kui kehad ei muutuks, ei saaks me tunda nende ajalugu ega eluiga.

Aja objektiivsus ilmneb ka aja mõõtmise viisides. Peamise ajaühiku määrab ära aeg, mille jooksul Maa teeb täispöörde ümber oma telje. See on täheööpäev ehk 24 tundi.

Objektide ajalised ja ruumilised karakteristikad on omavahel seotud. See ühtsus avaldub kujukalt kehade liikumises. Kiirus (keha liikumise mõõt) on keha poolt läbitava ruumilise vahemaa suhe kulunud ajasse, s. o. kiiruse määramiseks tuleb kindlaks teha ruumi ja aja vastastikune seos. Üksteisele järgnevate momentide vaheldumine iseloomustab materiaalse objekti liikumise aega, teevahemike vaheldumine aga objekti ruumilist ümberpaiknemist.

Kuigi ruumilis-ajaliste suhete objektiivsust tunnistasid juba vanaaja filosoofid, tuli teaduslike andmete vähesuse tõttu ette raskusi nende konkreetse sisu mõistmisel. Neid raskusi püüdsid teoloogid ja idealistlikud filosoofid kasutada ruumi ja aja objektiivsuse eitamiseks. Üks kirikuisasid, püha Augustinus, kes väitis, et «ilma usuta ei ole teadmisi», tähendas: «Ma saan kõigest aru, niikaua kui minult ei küsita, mis on ruum ja aeg.» Idealistliku filosoofia esindajad pidasid ruumi ja aega meelelise kaemuse aprioorseteks vormideks (Kant), aistingute seoseks (Mach), s. o. nad käsitlesid ruumi ja aega subjektiivses plaanis, lahutades nad materiasst.

Dialektiline materialism tunnistab ruumi ja aja kui materialemisvormide objektiivsust ning erinevalt vanast materialismist rõhutab nende tihedat seost, sõltuvust liikuvast materiasst. Materia spetsiifilistel liikumisviisidel on oma erilised ruumilis-ajalised eksisteerimisvormid.

AJA KULGEMISE AEGLUSTUMINE JA RUUMI KÖVERUS

Loodusteaduse arenemine kinnitab nende seisukohtade õigsust ning näitab, kuidas muutuvad ja täpsustuvad meie teadmised ruumist ja ajast.

Klassikalises mehaanikas valitses kujutlus «absoluutsest» ruumist ja ajast. See põhines oletusel, et valgus levib lõputu* kiirusega.

Newtoni teeneks oli, et ta tunnistas aja ja ruumi objektiivsust, sõltumatust inимtajudest. Kuid ta arvas neil olevat absoluutsed omadused. Oma põhjanevas töös «Natuurfilosoofia matemaatilised printsiibid» (1687) kirjutas ta: «Absoluutne, tõeline, matemaatiline aeg iseenesest ja oma olemusest tingituna, ilma igasuguse seoseta millegi välisega, voolab ühtlaselt ja teda nimetatakse teisiti kestuseks... Absoluutne ruum jääb oma olemuselt, kõigest välisest hoolimata, alati üheks ja selleksamaks ning liikumatuks...»

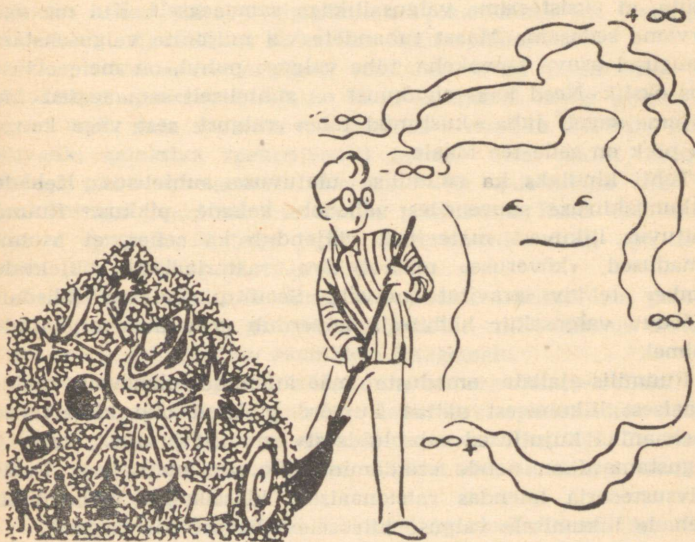
Seega siis kujutas ta «absoluutset» aega puhta kestusena, millel ei ole mingit seost selle piirides toimuvate materiaalse liikumisprotsessidega. Analoogiliselt sellele lähtus «absoluutse» ruumi idee eeldusest, et loodus jaguneb tühjaks homogeenseks ruumiks ja objektideks, mis selles paiknevad. «Absoluutne» ruum oli isoleeritud materiaalistest objektidest, ta oli neile mingiks universaalseks asupaigaks, umbes nagu kast, mis mahutab mitmesuguseid asju. Materia, liikumine, aeg ja ruum ei olnud üksteisega sisemiselt seotud. Seda kontseptsiooni väljendas teravmeelselt Einstein: «See, mis jääb pärast seda, kui läheb korda kõik kehad ära koristada, ongi ruum ja aeg.»

* Autor väidab ekslikult, nagu põhineks klassikalise mehaanika arusaamine ruumi ja aja absoluutsusest eeldusel, et valguse kiirus on suurem lõpmatuses. Mehaanikaga polnud sellel tegelikult vahet seost; nimetatud probleem kerkis üles elektrodünaamikas. Pealegi oli Newtonile teada, et $c \approx 300\,000$ km/sek. *Toim.*

19. sajandi lõpul tõestasid Michelson ja Morley oma katsetega, et valguse kiirus pole lõputu, vaid on konstantne suurus (vaakuumis 300 000 * kilomeetrit sekundis). Nende katsete alusel töötas silmapaistev saksa füüsik Einstein oma relatiivsusteoorias välja uued kujutlused ruumist ja ajast (aastail 1905—1916).

Füüsika valdkonnas tehtud uued avastused näitasid, et materiat ja liikumise, ruumi ja aja, samuti materiaalse liikumise

* A. Michelson ja E. Morley ainult täpsustasid valguse kiirust ja näitasid nn. «eetrituule» puudumist, valguse kiirust aga oli määratud juba palju varem nii astronoomilisel teel (O. Römer, 1676, J. Bradley, 1728), kui ka laboratoorselt (A. Fizeau, 1849 L. Foucault, 1862). *Toim.*



ja selle ruumilis-ajaliste eksisteerimisvormide vahel on tihe seesmine seos. Relatiivsusteooria avastas, et ruumi ja aja omadused olenevad liikuva materiaalse isearasustest.

Valguse kiiruse lõplikkuse ja konstantsuse alusel tegi Einstein kindlaks, et aeg on relatiivne, et aja kulg oleneb taustsüsteemist (materiaalsetest kehadest, mille suhtes toimub mõõtmine). Tuli ilmsiks, et suure kiirusega liikuvates kehadest kulgeb aeg paigalseisvate kehadega võrreldes aeglasemalt. Seetõttu on näiteks mõningate liikuvate «elementaarosakeste» eluiga pikem kui paigalpäisivatel.

Kui varem arvati, et kaks sündmust võivad olla absoluutselt samaaegsed, siis relatiivsusteooria tegi kindlaks, et see samaaegsus on suhteline. Kui me tajume laualambi valgust, võime väita, et eksisteerime valgusallikaga samaaegselt. Kui me aga arvame sedasama Maast tuhandete või miljonite valgusaastate kaugusel asuva taevakeha, tähe valguse puhul, on meie otsustus ekslik. Need kaks sündmust on suhteliselt samaaegsed. Me tajume sageli juba «kustunud tähe» valgust, sest väga kaugel ja pikk on selle tee Maale.

Tehti kindlaks ka ruumilise ulatuvuse suhtelisus. Kehade liikumiskiiruse suurenedes väheneb kehade pikkus. Ruumi sõltuvus liikuvast materias väljendub ka selles, et ruumi omadused, «kõveruse» määrab ära materiaalse objektide ümber tekkiv gravitatsiooniväli. Seetõttu Päikese lähedalt mööduv valgusekiir hääbib ja kõverdub gravitatsioonijõudude toimel.

Ruumilis-ajaliste omaduste määratlemine olenevalt materiaalsest liikumisest näitas, kuivõrd piiratud olid klassikalise mehaanika kujutlused «absoluutsest» ruumist ja ajast, kuivõrd õigustamatu on nende eraldamine liikuvast materias. Relatiivsusteooria laiendas ratsionaalselt klassikalist mehaanikat kehade liikumisele valguse kiirusele lähedase kiirusega.

Peab ütlema, et füüsika ajaloos on tehtud küllalt katseid kasutada uusi andmeid ruumi ja aja objektiivsuse «ümberlõhkamiseks» ning koguni püütud tõestada, et maailmal on «algus», et maailm on kellegi poolt «loodud». Üks selliseid katseid on seotud niinimetatud «paisuva universumi» teooriaga. 1929. aastal avastas ameerika astronoom Hubble galaktikate spektrijoonte «punanihke» (keemiliste elementide jooned galaktikate spektrites olid nihkunud spektri punase otsa poole, s. o. galaktikatest kiirguval valgusel oli suurem lainepikkus kui vastavatest maapealsetest allikatest kiirguval valgusel). See nähtus on seletatav Doppleri efekti põhjal, mis ütleb, et lainete, antud juhul valguslainete pikenemine on tingitud sellest, et valgusallikas eemaldub vaatluspaigast.

Edaspidised astronoomilised vaatlused viisid järeldusele, et galaktikad «jooksevad laiali». Mida kaugemal mingi galaktika meist asub, seda suurema kiirusega ta eemaldub. Seetõttu nihkuvadki galaktika spektrijooned punase otsa poole. Seoses sellega püüti «punanihet» seletada mitte galaktikate «lialijooksmisega», vaid mingite muude põhjustega. Kuid kõik need katsed nurjusid üksteise järel, lialijooksmise fakti aga seevastu kinnitasid uued vaatlused.

Galaktikate lialijooksmine, universumi uuritud osa paisumine on ootamatu ja grandioosne avastus, mille tähtsus ulatub füüsika ja astronoomia raamidest kaugemale.

Selles nähtuses püüti leida mingeid argumente selleks, et õigustada piiblilegendi maailma loomisest; «punanihke» küsimust puudutas ühes oma sõnavõtus paavst Pius XII. Ta kuu-lutas, et «punanihet» jälgides viibivat me «maailma loomise juures jumala poolt».

Seda nähtust tõlgendasid teoloogid ja idealistlikud filosoofid maailmaruumi paisumisena teatud kindlast momendist peale,



kui tema ruumilised mõtmed olid piiratud «algaatomi» suurusel. Sellest momendist olvatki alanud jumala tahtel «maailma sünd».

Tegelikult ei saa universumi ehitusega seoses olevad faktid (nii nagu mistahes muudki teaduslikud faktid) kinnitada usku jumalasse. Selle usu aluseks on ühe kiriku isa ütlus:

«Usun, sest see on absurdne.» Kui arvestada selliseid teadusevastaseid religiooniprintsiipe, siis pole midagi imestada, et püütakse põhjendamatu seostada piiblilegende ja galaktikate laialijooksmist, millede olemasolust piibli autoritel muidugi mõista vähimatki aimu polnud.

Nagu tänapäeva astronoomia näitab, teevad kosmilised objektid läbi muutusi, nad tekivad ja kaovad. Galaktikate eemaldumise, laialijooksmise kõrval toimuvad ka vastupidised protsessid — galaktikate «kokkujooksmine». Juba seetõttu oleks vääri kanda kujutlus kosmilise ruumi piiratud lõigust üle kogu universumile, tõlgendada seda universumi paisumisena.

Materia on lõputu ruumis ja ajas. Materia lõpmatuse ideega tulid välja juba vanaaja filosoofid. Ent seda teesi põhjendas alles uusaja teadus, sest ainult ühiskonna tootlike jõudude arenemine võis anda teaduslikule uurimistöele sellised aparaadid, mis laiendavad tohutult meie teoreetilist võimet tungida kosmoseruumi sügavustesse.

Kuni polnud veel leiutatud teleskoopi ega avastatud spektraalanalüüsi, kuni polnud veel kindlaks tehtud valguse levimise kiirust, ei saanud teadus pakkuda põhjendatud andmeid taevakehade mõõtmetest ja vahemaadest, mis neid meist eraldavad.

Tänu loodusteaduse progresseeruvale arenemisele ja loodusteaduse varustamisele eksperimentaaltehnikaga tuli juurde järjest uusi tõendeid materia lõpmatuse kohta. Avastus, mille tegi renessansiajastul Kopernik, tõestas, et meie planeet on vaid osake päikesesüsteemist. 18.—19. sajandi astronoomia tegi kindlaks, et päikesesüsteem on vaid üks osake tohutust tähekoogust, mida nimetatakse Linnuteeks (ehk Galaktikaks). 20. sajandi astronoomia saavutused tõestavad, et meie Galaktika ise on vaid osake meie tähesaarekese, galaktikasaarekese sarnanevatest arvutatust tähekoogudest koosnevast Metagalaktikast.

Tänapäeva astronoomia on mõõtmatult laiendanud ümbritseva maailma tunnetamist. Et otsustada selle üle, kui võrd kaugele võib tungida teaduslik uurimine, peatume mõnedel astronoomia andmetel.

Teatavasti levib valgus tohtu kiirusega, millega ei saa võrrelda ühegi tavalise keha liikumiskiirust (300 000 kilomeetrit sekundis). Päikesekiire valgus jõuab meie planeedile umbes kaheksa minutiga. See tähendab, et meie planeet asub Päikesest ligikaudu 149 miljoni kilomeetri kaugusel.

Kuid see vahemaa osutub hoopiski väikeseks, kui võrrelda seda kaugusega, mis lahutab meie planeeti meile kõige ligemast

tähest (Centaurus Proxima), kust valgus jõuab meieni 4,3 aastaga.

Selle tähekoogu läbimõõt, mille koosseisu kuulub päikesesüsteem ja mida kutsutakse Linnuteeks, on 100 000 valgusaastat.

Kaasaegsed raadio- ja optilised teleskoobid on «heitnud pilgu» universumisse $5 \cdot 10^{22}$ kilomeetri kaugusele, mis on 300 tuhat miljardit korda rohkem kui Maa ja Päikese vaheline kaugus! Näiteks on vahemaa Kassiopeia A-ni umbes 10 000 valgusaastat. Teiseks raadiokiirguse allikaks, mis konkureerib oma «raadioheleduselt» Päikesega, on Luige A. See on kaugel galaktika, mis asub meist umbes 700 miljoni valgusaasta kaugusel.

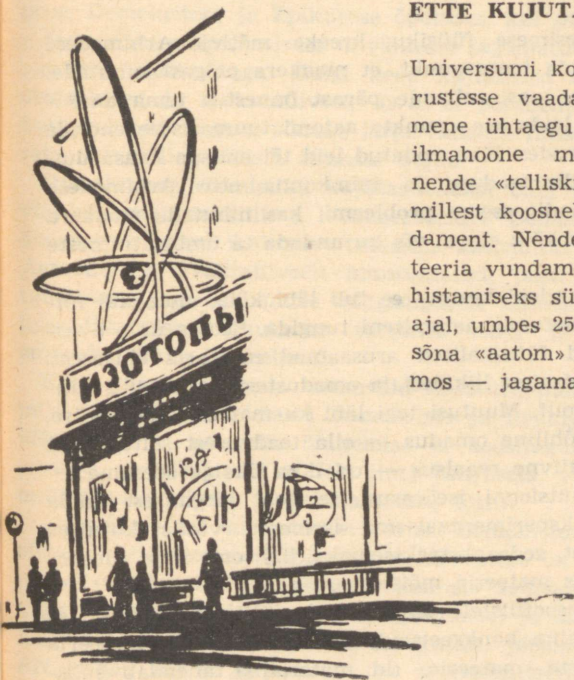
Grandioosseid perspektiive universumi sügavuste tunneta-misel on avanud tehiskaaslaste, rakettide ja kosmoselaevade lennud. Nende lendude tulemused on andnud teadusele palju uusi andmeid füüsikalistest nähtustest Maa-lähedases kosmilises ruumis ja sellest märksa kaugemalgi (näiteks päikesetuulest, kiirgusvöönditest Maa lähikonnas jm.). Nende «otseste» uurimismeetodite kasutuselevõtmine tähistab astronoomia üleminekut maapealsetelt vaatlustelt aktiivsete kosmiliste eksperimentide valdkonda.

Kõik see annab tunnistust asjaolust, et meie maailmatunnetuse sfäär avardub ning seega me tunnetame praktiliselt universumi ammendamatumust ja materia lõpmatust.

DEMOKRITOSE AATOMIST BOHRI MUDELINI

KUIDAS VANAAJA MATERIALISTID AATOMIT ETTE KUJUTASID

Universumi kosmilistesse avastustesse vaadates tundis inimene ühtaegu huvi ka maailmahoone maapealse aluse, nende «telliskivikeste» vastu, millest koosneb materia vundament. Nende üliväikeste materia vundamendiosakeste tähistamiseks sündis juba iidsetel aegadel, umbes 2500 aastat tagasi, sõna «aatom» (kreeka k. atomos — jagamatu).



Aatomite maailm... Kuidas küll inimene praegu sellega harjunud on. Moskvas Lenini prospektil on kauplus, kus «müüakse» neid materiat «telliskivikesi». Hoone katusel on üles seatud aatomi mudel: tuuma ümber liigub orbiite mööda elektron. Iga koolilapski teab, mis see on. Selle kohta on lõbus laulukegi tehtud:

Elektron teeb tiire ümber prootonosakese,
seda Bohri aatomiks nüüd kõikjal kutsutakse...

Ühe vanaaja esimese füüsiku, kreeka mõtleja Arhimedese unistuseks oli leida toetuspunkt, et maakera paigast nihutada. Rohkem kui kahe aastatuhande pärast õnnestus tema ametivendadel lõpuks leida see «punkt» aatomi tuumasisese energia kolossaalsetes varudes. Kauaoodatud leid tõi endaga kaasa uusi muresid. Ta seadis teaduse ja inimkonna ette Arhimedese omast hoopis grandioossema probleemi: kas nihutada maakera paigast, hävitades kõik elava, või kujundada ta ümber inimeste hüvanguks.

Pikk, aastatuhandeid kestev tee tuli läbi käia, enne kui inimesel õnnestus materiat aatomiteni tungida. Seoses uute avastustega muutusid füüsikalised arusaamad materiat ehitusest, materiat konkreetsetest liikidest ja omadustest, tekkis uus füüsikaline maailmapilt. Muutus tegi läbi ka materiat mõiste ise. Kuid materiat põhiline omadus — olla teadvusest sõltumatult eksisteeriv objektiivne reaalsus — on ikka üks ja seesama.

Üks selle evolutsiooni iseärasusi seisneb järgmises: mida konkreetsema, eksperimentaalsema iseloomu võttis kujutus materiat ehitusest, seda abstraktsemaks, üldisemaks ja filosoofilisemaks muutus materiat mõiste.

Varajastele filosoofilistele süsteemidele oli iseloomulik, et nad samastasid aine konkreetseid liike ja omadusi materiat üldmõistega. Mõiste «materiat» (ld. materialis) tähendab «subs-

tantsi». Võimalik, et seepärast selle termini täpne, sõnasõnaline tähendus varjutas algul erinevuse materiaalsuse (mis on omane kõikidele objektidele) ja ainelisuse (mida omab teatud füüsikaliste objektide klass) vahel.

Seoses sellega kuulutati üksikud ained ja nende liigid (vesi, tuli, õhk, maa jt.) mateeriaks. Iseloomulik on, et filosoofiliste vaadete edasises arenemises võib täheldada tendentsi loobuda mateeria samastamisest mingi ühe aineliigiga. See tendents väljendus näiteks esimeste vana-kreeka atomistide — Leukipose, Demokritose ja Epikurose õpetuses, kes püüdsid seletada asjade kogu mitmekesisust üliväikeste jagamatute kehakeste — aatomite olemasoluga. Kuigi need kujutlused olid veel väga abstraktsed ja spekulatiivsed (s.o. ei põhinenud kogemusel), kuulusid nad Engelse sõnade järgi vanaaja filosoofide geniaalsete natuurfilosoofiliste aimuste hulka.

Demokritose atomistika kujutas endast oma aja kohta teraviklikku materialistlikku loodusekäsitust. Demokritose arvates koosneb inimest ümbritsev maailm aatomitest ja tühjusest. Aatomid on kvalitatiivselt muutumatud, jagamatud ja läbitungimatud ega allu mitte mingisugusele toimele. Nad on alalises liikumises, kihutavad tühjuses ringi ja moodustavad omavahel ühinedes kehasid.

Kõiki maailmaruumis toimuvaid muutusi, maailmade tekkimist ja hävimist seletasid Demokritos ja Leukippos loomulike põhjustega — aatomite ühinemise ja koostlagunemisega. Nad arvasid, et «ükski asi ei teki ilma põhjuseta, vaid kõik tekib mingisugusel alusel ja paratamatuse tõttu».

Aatomite vahel on teatud erinevusi. Demokritos ja Leukippos oletasid, et aatomite põhilistest erinevustest on tingitud kõik muud omadused. Nad osutasid kolmele sellisele erinevusele: kuju («süsteem»), järjestus («külgnemine») ja asend («pööre»). Kujuerinevus — A erineb N-ist kujult, järjestuserinevus — AN erineb NA-st järjestuselt ja asendierinevus — N erineb

Z-ist asendilt. Võrreldes aatomeid tähestiku tähtedega, arvasid nad, et aatomitest moodustuvad kõik kehad, nagu tähtedest moodustuvad kirjandusteosed, tragöödiad või komöödiad.

See üpris spekulatiivne aatomi «mudel» leidis edasiarendust vana-kreeka materialisti Epikurose töödes. Erinevalt Demokritosest arvas Epikuros, et aatomid erinevad kaalult ja võivad raskuse toimel langeda. Samuti tuli ta välja originaalse ideega, et on võimalik aatomite spontaanne, s. o. iseeneslik (seesmiselt tingitud) hälbimine esialgselt liikumisjoonest.

Eitades jumala vahelesegamist looduse asjadesse ja arenemisse, kinnitas Epikuros: «...peale universumi pole mitte midagi, mis võiks sellesse kuuluda ja muutusi toime panna. Universum koosneb kehadest ja ruumist; et kehad eksisteerivad, sellest annab tunnistust aistimine ise, mis on kõigil inimestel...»

Paistab, nagu oleks raske leida midagi ühist nende naiivsete konstruktsioonide ja 20. sajandi alguses eksperimentaalse materjali põhjal väljatöötatud aatomimudelite vahel. Ja ometi pole see juhuslik, et tänapäeva teaduses pöörduetakse järjest sagedamini vanaaja atomistide pärandi poole. Huvitav on näiteks märkida, et mõned füüsikud viitavad aatomite iseeneslikule hälbimisele (Epikurosel) kui algallikale, kust johtuvad praegusaegsed kujutlused kvantide «hüpetest» aatomi üleminekul ühest olekust teise.

AATOMITE MUDELID

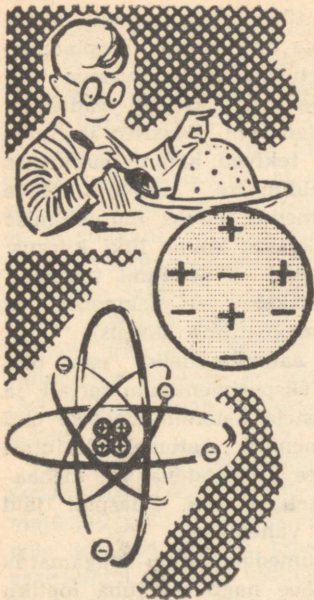
Sedamööda, kuidas arenes füüsika, eriti tänu oma saavutustele 19.–20. sajandi vahetusel, muutus kujutlus aatomist ja tema mudelist täpsemaks ning laskus spekulatiivsete konstruktsioonide «taevast» faktide ja eksperimentide «maa» peale. Selle saavutustekroonika üheks hiilgavamaks leheküljeks sai radioaktiivsuse avastamine.

1896. aastal aitas juhus prantsuse füüsikul Becquerelil kindlaks teha, et tükike uraanisoola, mis on jäänud fotoplaadile, kiirgab nähtamatuid kiiri. Becquereli «juhuslik» avastus viis tänu Marie ja Pierre Curie' töödele grandioosete teaduslike tulemusteni — radioaktiivsuse avastamiseni. Edasised uurimused näitasid, et nähtamatud kiired tekivad aatomi sisemuses toimuvate keeruliste ümberkorraldumiste, aatomituumade lagunemise ning ühe keemilise elemendi teiseks muundumise tulemusena. Selle protsessiga käib kaasas kolme liiki kiirgus: alfa-kiired (positiivselt laetud osakesed — heeliumi tuumad); beetakiired (negatiivselt laetud osakesed — elektronid) ja gamma-kiired (lühilaineline elektromagnetiline kiirgus).

Sel perioodil hakkasid ilmuma aatomimudelid, mis olid vahendajaks, siduvaks sillaks uue eksperimentaalmaterjali ja tekkiva aatomiteooria vahel. Esimestele aatomimudelitele olid ikka veel omased piltlikkuse elemendid. Aatomeid kujutati piljardikuulikesi meenutavate tihkete kerakestena või mehhaaniliste omadustega pisitillukeste kehakestena. Edaspidi jäid need mehhanistlikud jooned järjest vähemaks.

Radioaktiivsuse avastamine tõi «tumedaid laiike» «jagamatu» aatomi klassikalisse biograafiasse. See nagu oli juba lõpliku kuju võtnud ja hästi tuntuks saanud. Äkki selgus aga, et aatomi sisemuses toimuvad mingid «lubamatud» protsessid, et aatom ei ole püsikindel, ta võib laguneda ja teiste elementide aatomiteks muunduda. Aegapidi hakkasid need aatomi iseloomus ilmnevad kummalised jooned selginema ja vabanesid vanade kujutluste koormast, kuigi ei olnud veel teada aatomi põhilised füüsikalised omadused ja puudusid uued mõisted. Füüsika hakkas aatomi «biograafiat» ümber kirjutama, õigemini lõpuni kirjutama.

Vastavalt mudelile, mille töötas välja 1903. aastal inglise füüsik J. Thomson, oli aatom positiivselt laetud kera. Selles paiknesid laiali elektronid (negatiivselt laetud aineosakesed)



nagu rosinad pudingis. Kuigi see mudel aitas mõningal määral seletada valguse neeldumist ja kiirgamist aatomis, osutus ta peatselt ebarahuldavaks.

1911. aastal tegi J. Thomsoni õpilane inglise füüsik Ernest Rutherford sarja eksperimente alfa-osakeste hajutamise kohta mitmesuguste ainete aatomite poolt. Nende katsetega tegi ta kindlaks, et positiivne laeng ei paikne laiali mööda kogu aatomit, vaid on koondunud aatomi tuuma, mis on oma mõõtmetelt 10 000 korda väiksem kui aatom. Seda mudelit hakati nimetama tuuma- ehk planeetaarmudeliks. See kujutas elektronide tiirlemist ümber tuuma, nii nagu planeedid

liiguvad ümber Päikese. Rutherfordi uurimused, mis muutsid põhilikult kujutlust aatomi struktuurist, avasid tee tuumafüüsika arenemisele. Kuid tervikuna ei ulatunud need veel klassikalise, Newtoni mehaanika poolt väljatöötatud printsiipidest kaugemale.

Klassikalise elektrodünaamika seaduste kohaselt oleks tuuma ümber tiirlev elektron pidanud kogu aja kiirgama energiat, moodustades pideva kiirgusspektri, ja lõppude lõpuks langema energiakao tagajärjel tuumale. Tegelikult aga kujutasid aatomid endast stabiilseid moodustisi ja nende kiirgusspekter koos-

nes katkelistest, diskreetsetest joontest. Seega siis ilmnes, et Rutherfordi klassikalist mudelit ei saa kasutada, kui tugineda ainult tavalise elektrodünaamika seadustele.

See ajendas uut, täusiikumat aatomimudelit otsima. Sellise mudeli lõi varsti 28-aastane taani füüsik Niels Bohr. 1912. aasta kevadel asus noor teadlane Manchesteri ja hakkas ülikooli füüsikalaboratooriumis Rutherfordi juhendamisel uurima vesinikuaatomi struktuuri.

Aatomimudeli aluseks võttis Bohr Rutherfordi planetaar-mudeli. Väljapääsu eespool nimetatud raskusest nägi ta selles, et teha mõningaid mööndusi seoses uue universaalse konstandi h (mõjukvandi) avastamisega saksa füüsiku Plancki poolt 1900. aastal.² See konstant, mida isegi Planck nimetas algul «kontvõöraks», «võörkehaks», sai hiljem kaasaegse füüsika «isandaks». See avas ukse makromaaailmast kvalitatiivselt uude valdkonda — kvantnähtuste maailma. Tänu sellele avastusele tehti kindlaks, et valgusenergia levib katkeliselt, s. o. valguse kiirgamine ja neeldumine ei toimu pidevalt, nagu varem arvati, vaid diskreetset, teatud portsjonite (kvantide) kaupa.

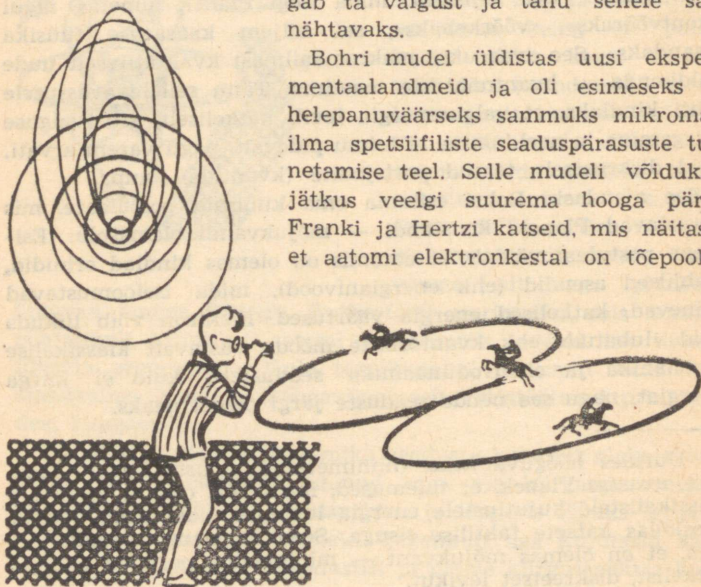
See ajendaski Bohri esitama oma kuulsaid postulaate, mis arvestavad Plancki konstandi — mõjukvandi olemasolu. Esimene postulaat väidab, et aatomis on olemas kindlad orbiidid, stabiilsed asendid (ehk energianivood), mida iseloomustavad erinevad, katkelised energia väärtused. Elektron võib liikuda neid «lubatud» ehk kvantorbiite mööda vastavalt klassikalise mehaanika ja elektrodünaamika seadustele, kuid ei kiirga energiat, nagu see nende seaduste järgi olema peaks.

² Uurides hõõguva keha (niinimetatud «musta keha») kiirgust, avastas Planck, et tulemused, mida võis oodata vastavalt klassikalistele kujutlustele energia levimise pidevusest, polnud kooskõlas katsete faktilise sisuga. Seda õnnestus seletada sellega, et on olemas mõjukvant — minimaalne portsjon energia katkelist, diskreetset levikut.

Vastavalt teisele postulaadile toimub kiirgamine elektroni üleminekul ühelt «lubatud» orbiidilt teisele, kõrgemalt energianivoolt madalamale, s. o. ühest statsionaarsest, stabiilses asendist teise stabiilsesse asendisse. Seejuures kiirgab elektron teatud energiaportsjonit — energiakvanti.

Illustreerimiseks võib tuua niisuguse näite. Kujutage endale ette ratsanikke, kes kihutavad hobustel mööda ringtrekke, mida eraldab vaatajaist kõrge tara, mistõttu vaataja ratsanikke ei näe. Kui aga hobune hüppab üle tara ühelt trekilt teisele, võib ratsanikku näha. Nii on ka elektroniga Bohri mudelis: seni kui ta orbiidil tiirleb, pole teda näha; kuid üleminekul ühelt orbiidilt teisele kiirgab ta valgust ja tänu sellele saab nähtavaks.

Bohri mudel üldistas uusi eksperimentaalandmeid ja oli esimeseks tähelepanuväärseks sammuks mikromaailma spetsiifiliste seaduspärasuste tunnetamise teel. Selle mudeli võidukäik jätkus veelgi suurema hooga pärast Franki ja Hertzi katseid, mis näitasid, et aatomi elektronkestal on tõepoolest



teatud stabiilsed seisundid ja aatomi «tundlikkus» elektronide «hoopide» suhtes oleneb sellest, kas need annavad talle piisavalt energiat «hüppeks» ühelt nivoolt teisele.

Bohri mudel «hüppavate» elektronidega oli piltlike, harjumuspäraste kujutluste vaatevinklist niivõrd ebatavaline ja «meeletu», et isegi Einstein hüüatas: «Kui see on õige, on füüsikal kui teadusel lõpp käes.» Osaliselt oli tal õigus: lõppes klassikaline füüsika ja algas uus, kvantfüüsika.

Bohri teeneks oli, et tal õnnestus viia aatomi «paradokside» lahendamine vana, klassikalise füüsika rööbastelt üle uutele, «kvantide» rööbastele ning tõestada, et aatomi struktuuri ja aatomi sees asuvate osakeste liikumise seaduspärasuste mõistmiseks on vaja kasutada Plancki konstanti.

Seega kujutas Bohri aatomimudel endast omapärast sünteesi 20. sajandi esimese aastakümne füüsikaalastest teadmisest — kvantteooriast, mis oli seotud Plancki avastusega, ja klassikalistest kujutlustest, mis olid säilinud Rutherfordi planetaarmudelil. «Niels Bohr», ütles üks tema õpilane, «laulatas Rutherfordi mudeli Plancki konstandiga.» See «tehingabielu» (mis oli rajatud noore füüsiku hoolikale matemaatilisele arvestusele) osutus õnnelikuks, avaldades soodsat mõju aatomifüüsika edasisele arenemisele.

Bohri mudeli filosoofiline tähendus seisnes selles, et uus uurimisvaldkond, kvantfüüsika sünd nõudis loodusteadlastelt uute, klassikalisele füüsikale võõraste mõistete ja mõttelaadi omandamist, selleks et mõista õigesti mikroobjektide vastuolulist loomust. Vanadest, klassikalistest kujutlustest lahtiütlemiseks oli vaja astuda otsustav samm. Kuid seda korrapealt teha oli ääretult raske.

Seepärast olid Bohri mudelis mehhanistlikult, kompromislikult ühendatud klassikalised arusaamad ja kvantteooria: esimeste alusel seletati elektronide liikumist orbiite mööda, teise abil iseloomustati «lubatud» orbiite ja üleminekuid ühelt

orbiidilt teisele. Juba sel perioodil loobus Bohr käsitlemast elektronide liikumist üleminekul teisele orbiidile kui tavalise osakese liikumist klassikalisi trajektoore mööda. Samal ajal aga püsisid tal need kujutlused juba paljas mõistes «orbiit» ja elektroni orbiite mööda liikumise iseloomustamisel.

Sellest Bohri mudeli iseärasusest rääkis ühes oma mõtte-avalduses Bohri õpilane W. Heisenberg. Ta kirjutas: «Tema teooria põhines elektronide liikumist seletava klassikalise mehaanika kombineerimisel kvanttingimustega. See teooria oli veel küllalt ebajärjekindel, kuid sisaldas üsna palju tõde.»

Nii nagu Bohri mudelile olid iseloomulikud makro- ja mikro-maailma vahelise üleminekuvaldkonna jooned, s. o. see mudel ei olnud enam täiesti klassikaline, aga ka mitte veel täiesti kvantteooriaga seotud, väljendus ka selle situatsiooni filosoofiline käsitlus vanade, klassikaliste arusaamade ning uute mõistete ja uurimisviiside ühtesulamises. Ühelt poolt oli see mudel seotud eelnenud, makromaailma suhtes omandatud kogemustega ja klassikalise mehaanika mõistetega, mis peegeldasid makromaailma iseärasusi, teiselt poolt aga näitas, et on vaja välja töötada uued, kvantidega seotud mõisted, mis vastavad mikromaailma loomusele. Nende alusel Bohri mudelit hiljem õigesti mõistetigi. Näiteks nende «lubatud» orbiitide füüsikalist tähendust, mida mööda liikus elektron Bohri aatomimudelis, õnnestus seletada de Broglie'i «elektronlainete» alusel (vt. lk. 49): «lubatud» orbiitideks osutusid need, millele mahutus ära täisarv neid lainepikkusi.

Selle näite varal võib näha, kuidas enamarenenud teooria mõisted täpsustavad esialgsete mudelite «segaseid» kujutlusi ning võimaldavad täpsemalt ja adekvaatsemalt seletada nende füüsikalist sisu. Kui klassikalises mehaanikas kirjeldati osakese liikumist mõistega «trajektor», siis Bohri mudelis on selle asemel «segane» kujutlus «lubatud» orbiitidest, kvantmehaanikas aga mõiste «energeetiline seisund» ehk «olek».

Edaspidi rikastus atomistika veelgi kummalisemate ja grandioossemate avastustega kui need, mis tehti 20. sajandi alguses. Kuid «võti aatomimaailma», nagu nimetas Bohri aatomimudelit prantsuse füüsik Louis de Broglie, aitab tänapäevalgi teadlastel materia uusi saladusi avastada, materia struktuuri tungida.

MATEERIA KORPUSKULAAR-LAINELINE ÜHTSUS

Seoses kvantmehaanika sünniga tehti järgmine samm aatomi ehituse teadusliku käsituse täiustamisel. Kahekümnendate aastate lõpus õnnestus eksperimentaalselt kindlaks teha, et aatomit moodustavatel aineosakestel on korpuskulaar- ja laineomadused, s. o. nad käituvad kaht viisi — nii nagu korpuskul ja nii nagu laine. Kvantmehaanikas väljatöötatud aatomimudel pidas kinni ideest, et mikroosakesed on statsionaarses, püsivas olekus, ning ühtlasi võttis arvesse nende kahesugust — korpuskulaar-lainelist loomust ja statistilisi liikumise seaduspärasusi.

Vastavalt klassikalise mehaanika kujutlustele on esemetel kas selgepiirilisel väljenduv diskreetne, korpuskulaarne (näiteks kristallid) või siis mittediskreetne, laineline loomus (näiteks helilained). Seetõttu käsitles klassikaline mehaanika korpuskulaar- ja laineomadust kui teineteist absoluutselt välistavat, kui omadusi, mis on vaid eri objektidel. Kuid juba esimesed kvantmehaanika valemid näitasid, et need vastandlikud omadused — korpuskulaarsed ja laineomadused on ühtsed.

Esiailgu tehti korpuskulaar-laineline dualism³ kindlaks valguse suhtes. Tänu 20. sajandi esimese kahe aastakümne jooksul teostatud uurimistele tõestati, et valgusel on laineomaduste kõrval ka korpuskulaaromadused. Asjaolu, et valgusel on

³ See printsiip peegeldab mikroobjektide spetsiifilist loomust, asjaolu, et neil on nii korpuskulite kui ka lainete omadused.

kahesugune — korpuskulaarne ja laineline loomus, kinnitasid järgmised avastused: 1900. aastal avastas Planck uue konstandi (mis näitas, et valgusenergia levib diskreetsete portsjonite — kvantide kaupa); 1905. aastal uuris Einstein fotoefekti nähtust ja püüdis seda seletada valguskvantide (footonite) hüpoteesi abil; ja lõpuks ameerika füüsiku Comptoni poolt 1923. aastal teostatud uurimused (nõinimetatud «Comptoni efekt», mida täheldatakse röntgenikiirte hajutamisel vabade elektronide poolt).

Vaatleme lähemalt, mida kujutab endast fotoefekt. See nähtus tekib siis, kui keha neelab valgusenergiat ja elektronid ennast valguse toimel aine aatomitest «lahti rebivad». Käsitades valgust kui korpuskulite, valguskvantide (footonite) voogu, näitas Einstein, et fotoefekti puhul rebib iga elektron end metallist välja ühe footoni abil. Kui footoni energia on väiksem kui töö, mis kulub elektroni väljarebimiseks metallist, siis fotoefekti ei esine.

Tänu sellele seletusele tehti kindlaks end väljarebinud elektronide sõltuvus valgusvoo intensiivsusest ning teatud seos nende kineetilise energia ja langeva valguse sageduse vahel. Kineetiline energia võrdub valgusvoo energia miinus elektronide metallist eemaldamiseks kulutatav töö. Antud juhul tehti valguskvantide (footonite) hüpoteesi abil kindlaks, et valgus on korpuskulite voog.

Seega siis tõestati valguse kvantteoorias nimetatud avastuste alusel eksperimentaalselt, et valgusel on peale laineomaduste ka korpuskulaaromadused, s. o. valgus on oma olemuselt kahe-
sugune.

Veelgi suuremat imestust äratas avastus, et ainel on laineomadused. Tehti kindlaks pisimate materiaosakeste korpuskulaar-laineline dualism. «Materia lainete» idee esitas hüpoteesina aastail 1923—1924 prantsuse füüsik Louis de Broglie oma doktoriväitekirjas, mille ta tegi silmapaistva füüsiku Langevini juhendusel. Ta oletas, et nii nagu valgusel on korpuskulaar-

omadused, võivad aineosakestel olla laineomadused, ning näitas, kuidas on omavahel seotud lainepikkus (λ) ja osakeste impulss (p) ($\lambda = h/p$).

Need lained, mida hakati nimetama «de Broglie laineteks», avastasid nelja aasta pärast Davisson ja Germer oma katsetes (aeglaste elektronide difraktsioon nikli kristallilt peegeldumisel). Samasuguseid katseid tegid hiljem inglise füüsik Thomson ja nõukogude uurija Tartakovski kiirete elektronidega nikli kristalli läbimisel.

Nende katsetega tehti kindlaks, et elektronide kimp annab nikli kristalli läbides või sellelt peegeldudes ekraanil tüüpilise difraktsioonipildi, analoogilise sellele, mida võib täheldada röntgenikiirte difraktsiooni puhul. Selle analoogia varal tõestati, et elektronide kimp käitub selles eksperimendis samuti kui röntgenkiir, s. o. tal on peale korpuskulaaromaduste ka laineomadused.

TUNDMATU MAA SÜGAVUSTESSE

Kvantfüüsika arenemise algusperioodil oli suuri raskusi korpuskulaar-lainelise dualismi käsitamisel. Füüsikud, kes avastasid omapärase nähtuse — aine korpuskulaar-lainelised omadused, ei suutnud nende vastandlike omaduste seose mehhanismi õigesti seletada.

Võib viidata Davissoni sõnadele, kes esimesena märkas elektronlaineid. Uhes oma ettekandes ütles ta: «Kas on võimalik, et me olime kogu aja eksiarvamusel, pidades elektrone osakesteks, kuna nad tegelikult on lained? Mul pole muidugi mõtet korrata... et elektronid on tõepoolest osakesed.» Sellest mõtteavaldusest on näha, et eksperimenteerija, kes esimesena märkas elektronlaineid, pidas elektrone siiski ainult osakesteks.

Peab ütlema, et korpuskulaar-lainelise ühtsuse, nende vastandlike omaduste seose konkreetse mehhanismi dešifreerimist

pole seniajani lõpule viidud. Füüsika pole veel eksperimentaalselt andnud ühist vastust küsimusele, kuidas on mikroobjektide korpuskulaar- ja laineomadused omavahel seotud, milles seisneb selle seose konkreetne mehhanism. Praegu on juba täiesti selge, et osakesed ei moodustu lihtsalt lainetest, lained aga pole osakeste mehhaaniline kogusumma. Kuid lõplikult pole see mehhanism veel välja selgitatud. Siit on arusaadav, millised raskused tulid ette kvantfüüsika koidikul, kui loodusteadlased esmakordselt pörkasid kokku mikronähtuste vastuolulise loomusega, s. o. objektidega, mis ei lasknud end seletada klassikalise füüsika poolt väljatöötatud mõtlemisviiside ja -vormide abil.

Neid raskusi hindas omapäraselt Niels Bohr, kui ta esines 1961. aastal Moskva Riikliku Ülikooli füüsikateaduskonna üliõpilaste ees. Ta võrdles kvantfüüsika arenemise algusperioodi «reisiga Tundmatule maale». Siit võib näha, millist teoreetilist julgust pidid omama füüsikud, et minna sellele salapärasele maale tõde otsima.

Klassikaline füüsika oli objektiivse maailma nähtuste tunnetamiseks välja töötanud teatud kindla loogikaaparaadi, mis oli tihedalt seotud traditsiooniliste loogikaliste uurimismetoditega. Selle aparaadi tunnistas ebapiisavaks juba 19. sajandi teise poole füüsika arengutase, edaspidi sai aga veelgi selgemaks, et on tarvis otsida uusi uurimismetodeid ja -meetodeid, mis aitaksid adekvaatsemalt reprodutseerida mikroobjektide vastuolulist, korpuskulaar-lainelist loomust.

Kui avastati mikroobjektide vastandlik, korpuskulaar-laineline loomus ning tehti kindlaks kvalitatiivselt erinevate materjaliikide — valguse ja aine vastastikune seos ja teineteiseks üleminek, sai selgeks, et mikromaailma protsessid on oma iseloomult sügavalt dialektilised, ning veenduti järjekordselt, kui võrd paikapidamatud on katsed seletada mikromaailma mehhanistlike kujutluste alusel.

Aatomifüüsika koidikul esilekerkinud raskusi süvendas veelgi asjaolu, et füüsikud ei tundnud dialektikat. See oli periood, mil füüsikas leidis aset teaduse filosoofiliste, metodoloogiliste aluste kriis, mida analüüsis hiilgavalt Lenin oma raamatus «Materialism ja empiriokrititsism». See kriis oli tingitud peamiselt vana, mehhanistliku materialismi ja selle tunnetusvahendite nõrkusest.

Mehhanistlikud materialistid samastasid mateeriat ühe tema liigiga — ainega. Seepärast ei suutnud nad mõista selliste välismaailma objektide materiaalsust nagu elekter, väli ja plasma. Seda vana materialismi küündimatust kasutati «mateeria kadumise» tõestamiseks, kui füüsika avastas niisuguste uute objektide ja protsesside olemasolu, mis ei ole aine.

Astudes välja mateeria piiratud, mehhanistliku käsituse vastu, rõhutas V. I. Lenin, et mateeria mõiste muutub ja rikastub. Ta hõlmab mitte ainult ainet, vaid kõiki ümbritseva maailma nähtusi ja protsesse. Mateeria mõiste arenemine ja avardamine võimaldas seletada uute nähtuste materiaalsust.

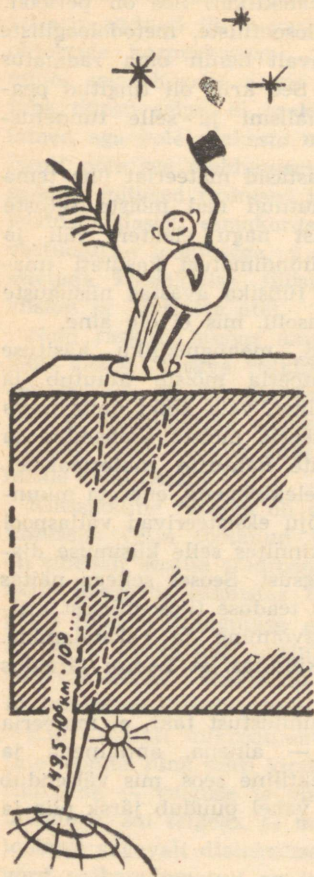
Küsimuse all oli: kas elektronid, elektrilaeng, energia muundumise protsessid, väljade vastasmõju eksisteerivad väljaspool inimteadvust? Füüsika arenemine kinnitas selle küsimuse dialektilis-materialistliku lahenduse õigsust. Seoses sellega näitas V. I. Lenin, et ainsaks väljapääsuks teaduse filosoofilisest kriisist on dialektika teadlik omaksvõtmine ja rakendamine. Loodusteaduse edasine arenemine kinnitas, et Lenini järeldus oli õige.

Tänapäeva füüsikas on leidnud tunnustust fakt, et mateeria eksisteerib kolmel põhilisel kujul — ainena, antiainena ja väljana. Nende vahel on tihe dialektiline seos, mis väljendub selles, et nimetatud mateerialiikide vahel puudub järsk piir ja nad võivad muunduda üksteiseks.

«ELEMENTAAR- OSAKESTE» MAAILM

Juba aatomisajandi koidikul ennustas V. I. Lenin ettenägelikult, et nii elektron kui ka aatom on ammendamatud, et materia on sügavuti lõputu. Praegusel ajal ulatub «elementaarosakeste» nimetatavate pisimate materiaosakeste liikide arv kümnetesse ja isegi sadadesse. «Elementaarosakeste» maailm on väga omapärane. Näiteks kui mõõta mikromaailma ruumilisi ja ajalisi intervale, tuleb meil tegemist teha «koletute» arvudega — biljonidik sentimeetrit ja biljonidik sekundit...

Kulus hulk aega, enne kui füüsikas töötati välja vastavad meetodid, mis võimaldasid ka selles valdkonnas ühe looduse saladuse teise järel avastada. 20. sajandi esimese kolme aastakümne jooksul avastati peale elektroni veel kolm osakest — foton, prooton ja neutron. Iseloomulik on, et ülejäänud «elementaarosakesed» said tuntuks kolme järgmise aastakümne jooksul, põhiliselt viimase viieteist-



kümne aasta vältel. See uute osakeste avastamise protsess jätkub praegugi.

«Elementaarosakeste» valdkonnas tehtud avastuste hoogsas kasvus on tähtsat osat mänginud uute kiirendajate, eriti võimsate sünkrofasotronide ehitamine. Väga tähtsaks osutusid ka mitmed filigraansed matemaatilised uurimused, mille alusel võidi ennustada mõningate «elementaarosakeste» olemasolu.

Umbes 1955. aastaks, kui oli juba teada kindel hulk «elementaarosakesi», tekkis vajadus neid klassifitseerida. Praegu on olemas mitmesuguseid skeeme. Üks neist on «elementaarosakeste» klassifikatsioon massi alusel, kusjuures ühikuks on võetud elektroni mass, ülejäänud osakesed aga paiknevad olevalt oma «elektronmassist». Selle printsiibi alusel tehtud klassifikatsiooni puhul jagunevad «elementaarosakesed» kolme suurde rühma: kerged «elementaarosakesed» (leptonid), keskmised osakesed (mesonid) ja rasked osakesed (barüonid).

«Elementaarosakeste» avastamise ajalugu kinnitab veenvalt, et inimhõimustel on tohutu jõud, et ta võib muuta tabamatud «asjad iseeneses» (nagu nimetas tunnetamatuid olemusi saksa idealistlik filosoof Kant) harjumuspärasteks «asjadeks meie jaoks». Siin kuulub esikoha au vist küll imepärasele osakesele neutriinole, millel on kolossaalne läbitungimisvõime ja mis võib vabalt, millegi külge kinni jäämata, läbida näiteks malmplaadi, mille paksus ületab miljardeid kordi Maa ja Päikese vahelise kauguse. Alles 1957. aastal, veerand sajandit pärast seda, kui ennustati neutriino olemasolu, õnnestus see osake «kinni püüda».

Lenini idee, et elektron, nii nagu aatomgi, on ammendamatu, leidis järjest kinnitust, sedamööda kuidas avastati uusi «elementaarosakesi» ja nende omadusi ning tehti kindlaks nende vastastikused muundumised.

Praegu on teada paljud vastastikuse muundumise reaktsioonid. Kõige paremini tuntakse neist juba mainitud «paaride

muundumist» — elektroni ja positroni muundumist kaheks gamma-kvandiks. Seda protsessi uuris aastail 1933—1934 oma töödes kuulus prantsuse füüsik F. Joliot-Curie, kes näitas, et osakese (elektroni) ja selle antiosakese (positroni) kokkupõrkamisel toimub nende muundumine väljaks. Aatomituumade jagunemine on seotud niinimetatud «beeta-lagunemisega» — neutroni muundumisega prootoniks, elektroniks ja antineutriinoks.

«Elementaarosakeste» vastastikuse muundumise protsessid ja nende klassifikatsioon viitavad teatud analoogiale. Nii nagu Mendelejevi tabeli raskete keemiliste elementide tuumad muunduvad mitmesuguste radioaktiivsete lagunemiste protsessis kergemate keemiliste elementide tuumadeks, võivad ka rasked «elementaarosakesed» muunduda keskmisteks ja laguneda lõppude lõpuks kergeteks «elementaarosakesteks». Praegu on kindlaks tehtud, et peaaegu kõik osakesed «kõrgemast» perekonnast — hüperonide perekonnast — võivad mitmesuguste muundumiste protsessis «langeda» mesonite tasemele ja mesonid omakorda muunduda vastavalt kergemateks osakesteks — elektronideks, footoniteks ja neutriinodeks.*

Viimased on stabiilsed ja seepärast nimetatakse neid mõnikord põhiosakesteks. Ülejäänud osakesed on ebastabiilsed, nende iga on üpris lühike — 18 minutit (neutron) kuni 10^{-15} sekundit (pii-meson) — ja nad lagunevad kiiresti.

Üks viimaste aastate huvitavamaid avastusi on see, et iga «elementaarosakesega» on seotud antiosake, mis on osakesega identne massilt ja vastupidine muude karakteristikate, näiteks laengu poolest. Antiosakestest võivad moodustuda antituumad, antiaatomid, mis ongi antiaine ehitusmaterjaliks. Aine ja antiaine osakeste kokkupõrkamisel toimub nende muundumine välja kvantideks; seejuures eraldub erakordselt võimas energia. Antiosakeste olemasolu osutab ühele iseärasusele, mis iseloo-

* Stabiilsete osakeste hulka kuulub ka prooton. *Toim.*

mustab vastandite ühtsuse ja võitluse dialektilist seadust mikromaailmas: igale teatud ruumiliste omadustega mikroobjektile (osakesele) vastab temaga sümmeetriline vastupidine mikroobjekt (antiosake), mis on tema peegelpildiks.

Erakordselt huvitavaks materia uurimise valdkonnaks kaas-aegses füüsikas oli «elementaarosakeste» vastasmõjude tüüpide uurimine. Koos materiaosakeste uute liikide avastamisega avastati ka nende interaktsiooni uusi liike.

Varem tunti kaht tüüpi interaktsiooni: elektromagnetiline interaktsioon valgusosakeste — footonite ehk täpsemalt elektromagnetilise välja kvantide vahendusel, ja gravitatsiooniline interaktsioon, mida tingib gravitatsiooniväli.

«Elementaarosakeste» maailma ja eelkõige tuuma struktuuri uurimise tulemusena avastati kaks uut interaktsiooni liiki. Seega on käesoleval ajal teada neli interaktsiooni liiki: elektromagnetiline, gravitatsiooniline ning tugev ja nõrk interaktsioon.

Interaktsioon avastati tuuma struktuuri uurimise tulemusena. 1932. aastal, kui avastati neutron, ilmses, mida tuum endast kujutab: tuum koosneb protonitest ja neutronitest, mis on mingite tol ajal veel «salapärase» jõudude toime läbi üksteise külge kõvasti kinni joodetud.

Nüüd on lõhustatud aatomituumade energia meie maal juba inimese teenistusse rakendatud. Mõned aastakümned tagasi aga murdsid teadlased pead mõistatuse kallal: mispärast on tuuma osakesed nii kõvasti üksteise küljes kinni, milline on tuumajõudude loomus?

Selle mõistatuse lahendamise teed kavandati pärast uue «elementaarosakese» pii-mesoni avastamist. Selgus, et tuumas toimub protonite ja neutronite vahel lakkamatu mesonite vahetus, mida hakati nimetama mesoniliseks interaktsiooniks. See seob osakesi omavahel ja sunnib neid kõvasti üksteisest kinni hoidma, nagu see on harilikult igasuguse «vastastikku kasuliku» vahetuse puhul.

Tuumajõudude loomuse ja tugeva interaktsiooni uurimise tulemuseks oli kaasaja üks suuremaid avastusi — kolossaalsete aatomienergia varude vallapäätmine ja kasutuselevõtmine.

Erinevalt tugevast interaktsioonist on nõrgale interaktsioonile iseloomulikud reaktsioonid, millest võtavad osa neutriinod või antineutriinod, näiteks juba mainitud «beeta-lagunemine» — neutroni muundumine prootoniks, elektroniks ja antineutriinoks.

Kui liigitada interaktsioone nende tugevuse seisukohast, siis oleks klassifikatsioon niisugune. Tugev interaktsioon on ühikuks. Elektromagnetilist interaktsiooni väljendab siis suurus 10^{-2} , see on 100 korda nõrgem kui tugev interaktsioon. Nõrka interaktsiooni väljendab suurus 10^{-12} ja gravitatsioonilist interaktsiooni 10^{-39} , mis on «elementarosakeste» tasemel täiesti tühine.

Üks huvitavaid probleeme, mis siin üles kerkib, on seis nende nelja interaktsiooni tüübi vahel. Juba sellise küsimuse tõstatamine ise on sügavalt dialektiline. Füüsika on juba peaaegu jõudnud välja selleni, et hakata uurima, milline interaktsioon valitseb interaktsiooni eri liikide vahel.

MIKROMAAILM JA «ALASTI KUNINGAD»

Kaasaja füüsika kõige imetlusväärsemaks avastuseks oli küll vist «elementarosakeste» liitstruktuuri väljaselgitamine.

«Elementarosakeste» uurimisel kaob mõiste «liit-» (kui «veel millestki muust koosneva») tavaline tähendus. Näiteks kui «beeta-lagunemisel» tekivad neutroni asemel kolm osakest — prooton, elektron ja antineutriino, ei tähenda see, et nad «moodustavadki» neutroni. Nad ei asu neutroni sees, nagu see on puust matrjoška puhul, kust nukud ükshaaval välja võetakse. Siin on esiplaanil teistsugune aspekt — ühe muundumine teiseks.

Neil aegadel, kui Lenin analüüsis füüsikas toimunud revolutsiooni, avastati aatomi liitstruktuur, nüüd aga on füüsika jõudnud juba üsna lähedale «elementaarosakeste» struktuuri küsimuse lahendusele.

Nagu öeldud, tegi aatomi ehituse, aatomi struktuuri kindlaks Rutherford oma eksperimentidega, hajutades alfa-osakesi mitmesuguste aatomite tuumades.

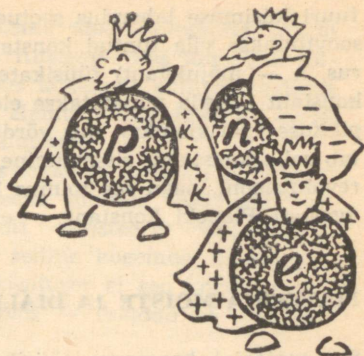
Oma eksperimentidega tõestas ta, et aatom kujutab endast liitmoodustist.

Praegusel ajal tehakse osakeste hajutamisel eksperimente, mis toovad päevavalgele mitmete «elementaarosakeste», eelkõige tuumaosakeste — nukleonide (prootonite ja neutronite) liitstruktuuri.

Nõukogude füüsikute poolt Dubnas teostatud prootoni struktuuri uurimised võimaldasid teha järelduse, et nukleonil on kolm sfääri: nukleoni keskmine osa — «tuum» raadiusega umbes 10^{-14} cm, nukleoni π -«atmosfäär» (raadius ca 10^{-13} cm) ja «stratosfäär» (raadius $>10^{-13}$ cm).

Seega ei saa mikromaailmas ette tulla «alasti kuningaid». Mikromaailma «kuningad» eelistavad soojalt riides käia, kusjuures see «rõivastus», erinevalt tavalisest, määrab paljuski ära «elementaarosakeste» «näo», nende peamised omadused. Näiteks prootoni omadused olenevad paljuski tema «rõivaist» — «mesonkasukast», elektroni omadused aga «elektron-positronkasukast».

Paljude füüsikute arvates on «elementaarosakeste» struk-



tuuri küsimuse lahendus seotud mitmete uuendustega. Näiteks soovitatakse viia tuntud konstantide kõrval (c — valguse kiirus, h — mõjukvant) füüsikateooriasse sisse uus universaalne konstant l . Seda nimetatakse elementaarseks ehk minimaalseks pikkuse «portsjoniks», mis võrdub 10^{-13} cm*. Võib-olla põhjustab selle konstandi sisseviimine teooriasse füüsikas samasugust revolutsiooni, nagu see toimus 19. ja 20. sajandi vahetusel, kui avastati Plancki konstant — elementaarne mõjukvant.

MATEERIA MOISTE JA DIALEKTIKA

See materjal kaasaegse füüsika valdkonnast, mida me siin käsitlesime, viib samadele filosoofilistele järeldustele, mida me arendasime esimeses peatükis. Kuigi uus nähtuste valdkond — mikromaailm ja selles toimivad seaduspärasused — on väga spetsiifiline, kinnitavad kaasaegse füüsika avastused ka selles tunnetussfääris inimhõimuse võidukäiku ning tõestavad, et materia ei hävi, et materia mitmesugused liikumisvormid muunduvad üksteiseks.

Mikromaailma füüsika eksperimendid, välja ja aine vasturääkiva, korpuskulaar-lainelise olemuse ning «elementaarosakeste» muundumiste ja struktuuri avastamine, materiaosakeste interaktsiooni tüüpide ja nende omavahelise seose kindlakstegemine — kõik see aitab süvendada ja arendada dialektilismaterialistlikku loodusekäsitust ning näitab kujukalt, kuidas tänapäeva loodusteadus «imeb endasse» dialektikat.

Kaasaegse aatomifüüsika tohututest edusammudest ja täiuslike aatomimudelite loomisest hoolimata püütakse veel tänapäevalgi eitada aatomi objektiivset reaalsust. Omal ajal võttis V. I. Lenin oma raamatus «Materialism ja empiriokrititsism»

* Kui üldse eksisteerib elementaar pikkus, siis igal juhul $l_0 < 10^{-14}$ cm. Toim.

kriitilise analüüsi alla austria füüsiku Machi filosoofia. Machi filosoofiline süsteem — «empiriokrititsism» (mis tähendab tõlkes «kogemuse kriitika») — käsitles kogemust subjektivistlikus vaimus, kui subjekti aistingute ja elamuste kogusummat, millel pole mingit seost materiaalse maailmaga.

Materialisti meelest on kogemus eelkõige subjekti ja objekti vastastikune toime, mille tulemusena inimese teadvuses peegeldub inimteadvusest sõltumatult eksisteeriv välismaailm. «Puhas kogemus» on aga Machil selline kogemus, milles pole midagi peale aistingute. Sellises käsituses ei seo kogemus inimest välismaailmaga, vaid vastupidi — eraldab ta reaalsest tegelikkusest.

Seepärast soovitaski Mach teadlastele tegelda vaid nähtuste (tema interpretatsioonis aistingute) «puhta kirjeldamisega», tungimata selle olemusse, mis nende taga peitub. Selle asemel et loodusteadlasi otsingutele, uutele avastustele virgutada, uinutasid sellised nõuanded nagu sireeni laul nende loomingulist aktiivsust ning kutsusid üles piirduma ja rahulduma vaid aistingute analüüsimisega.

Nii taaselustus Berkeley subjektiividealistlik printsiip «eksisteerida tähendab olla tajutav». Sellele printsiibile tuginedes eitas Mach aatomite objektiivset reaalsust. Pole raske ette kujutada, et kui füüsikud oleksid nende soovitude järgi käinud, poleks nad suutnud tungida aatomi sügavusse ning võtta aatomienergiat kasutusele, vaid oleksid olnud seniajani sunnitud kordama: «Kui aatomit vahetult tajuda ei saa, siis järelikult pole teda olemas.»

Seda joont jätkates kipuvad kaasaegse positivismi esindajad eitama aatomi objektiivset olemasolu ning käsitlema aatomit vaid kui «loogilist konstruktsiooni» või võrdlema aatomi reaalsust imaginaararvu $\sqrt{-1}$ probleemiga.

Näiteks on Reichenbachi ühes viimastest töödest peatükk

iseloomuliku pealkirjaga «Kas aatomid on olemas?». Autor väidab, et «viimase aja saavutused on teinud aatomi olemasolu kaheldavamaks kui kunagi varem».

Mikromaailma ebareaalsuse «tõestamiseks» kasutasid neopositivistid ka aparatuuride kasvavat osatähtsust mikromaailma tunnetamisel. Nende tähtsust valesti tõlgendades pidasid nad mikroobjektide omadusi mõõtmiste, vaatluste jne. tulemuseks.

Aparaatide ja «vaatlejate» osatähtsusega liialdamise tagajärjel tekkis nn. «aparaadīdealism». Selle aluseks sai «mittekontrollitavuse printsiip», mille järgi mikroobjektide mitmesuguste omaduste mõõtmine ja määratlemine tingib «mittekontrollitavaid häireid». Seetõttu olevat meie kujutlused mikroobjektidest (aatomitest, «elementaarosakestest») täiesti subjektiivsed ega või sisaldada objektiivseid teadmisi objektide eneste omadustest.

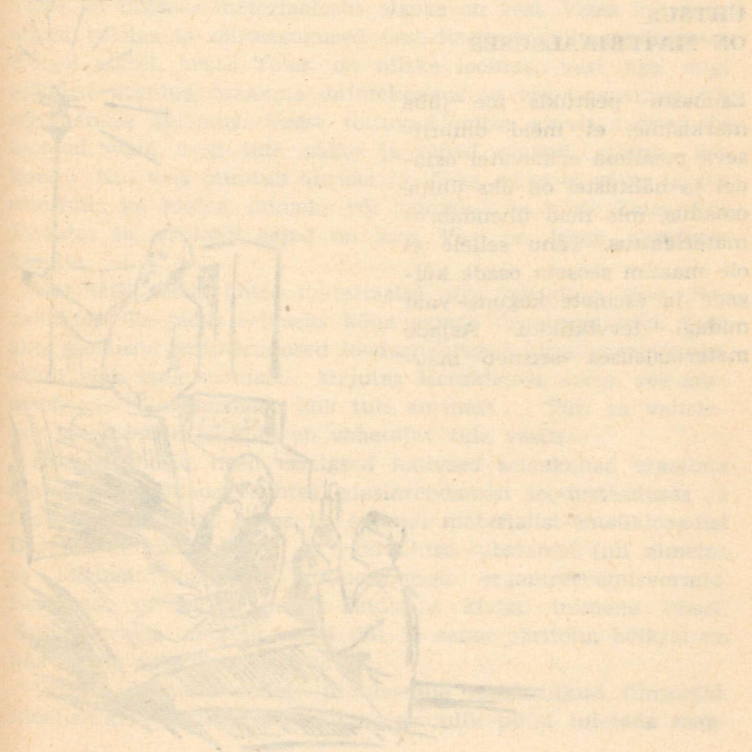
On iseloomulik, et viimasel ajal on selliste tõlgenduste vastu hakanud välja astuma ka mõned endised idealistlike seisukohtade pooldajad. Näiteks kritiseeris Ohio osariigi (USA) ülikooli teoreetilise füüsika professor Alfred Landé oma raamat «Dualismilt ühtsusele kvantfüüsikas» mikroobjektide subjektiividealistlikku käsitust. Ta soovitab oma kolleegidele teha otsustav samm «positivismilt realismile» ning pöörduda tagasi «materialismi juurde, mis on olnud Galileist Einsteinini loodusteaduse ideoloogiliseks fooniks».

Tuleb rõhutada, et materia mõistesse on talletatud kolossaalsed filosoofiliste ja loodusteaduslike teadmiste varud, selles on «šifreeritud» tohutul hulgal teaduslikku informatsiooni. Lootusi, et see mõiste võib «vananeda» või «kaduda», nimetas V. I. Lenin lapsikuks.

Materia kategooria on läinud kindlalt kaasaegse füüsika arsenal. Füüsikud, isegi need, kes ei poolda materialistlikku dialektikat, kasutavad kas teadlikult või ebateadlikult oma uurimustes materia kategooriat. Näiteks rõhutas Niels Bohr

ühes oma viimases artiklis «Kvantfüüsika ja filosoofia» «materie fundamentaalsete omaduste peegeldamise» küsimuse tähtsust.

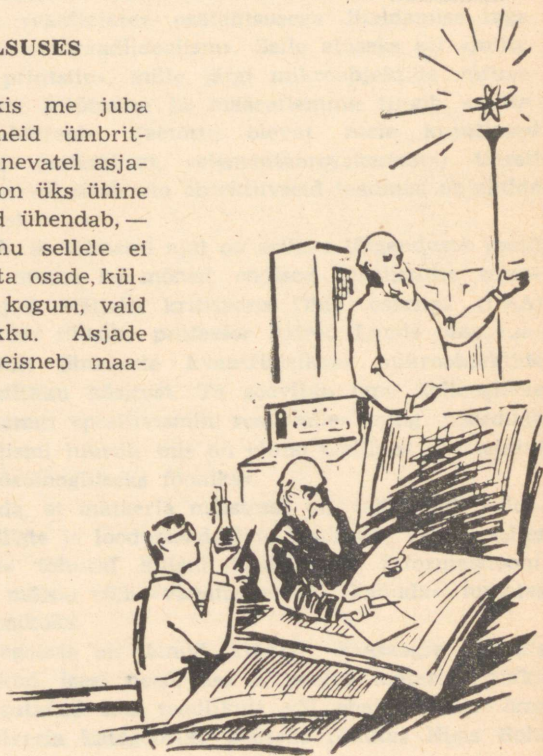
Aatomimudelite edasine arenemine ja täiustumine kinnitab ja rikastab veelgi dialektilismaterialistlikku materie mõistet, kujutlusi materie struktuurilistest tasemetest, liikidest ja omadustest.



MAAILMA ÜHTSUS JA TEADUSALASTE TEADMISTE SÜNTEES

ÜHTSUS ON MATERIAALSUSES

Esimeses peatükis me juba märkisime, et meid ümbritseva maailma erinevatel asjadel ja nähtustel on üks ühine omadus, mis neid ühendab, — materiaalsus. Tänu sellele ei ole maailm seoseta osade, külgede ja esemete kogum, vaid midagi terviklikku. Asjade materiaalsuses seisneb maa-



ilma tõeline ühtsus. Peatume sellel küsimusel üksikasjalisemalt.

Maailma ühtsuse probleem kerkis loodusteaduse ja filosoofia ette kohe, kui need tekkisid. Loodusteadlased ja filosoofid püüdsid leida sellist arenemise ja muutumise ühtset alget, mis viis olemasoleva maailma kujunemisele.

Ammu enne meie ajaarvamist väitis vana-kreeka filosoof Tales, et ühtseks materiaalseks algeks on vesi. Veest kui ürgalgest tuletas ta mitmesugused ümbritseva maailma nähtused. Kõigil algsel, arvas Tales, on niiske loomus, vesi aga ongi niiskuse ürgalus. Maailma mitmekesisus on vee tihenemise või hõrenemise tulemus. Veest toituvad mitte ainult taimed ja loomad, vaid isegi tuli, päike ja tähed saavad «toitu» vee kaudu. Kui vesi muutub auruks ja jääks, miks ei võiks ta siis muutuda ka kiviks, taimeks või loomaks? — küsis Tales. Siit järeldas ta, et kõik asjad on vesi. Vesi on kõigi muutuste kandja.

Uut viisi tõstis ühtse materiaalse alge küsimuse üles Herakleitos. Ta pidas selliseks kõigi asjade ürgalgeks tuld. Tule abil seostusid mitmesugused loodusnähtused ühtseks tervikuks. «Tuli elab maa surmast», kirjutas Herakleitos, «maa vee surmast, vesi õhu surmast, õhk tule surmast... Tuli on vahetatav kõige vastu ja kõik on vahetatav tule vastu.»

Hiljem leidsid need esialgsed naiivsed seisukohad maailma materiaalse ühtsuse suhtes edasiarendamist loodusteaduses ja filosoofias. Näiteks arvas 18. sajandi materialist-entsüklopedist Diderot, et kõik esemed on vaid ühtse substantsi (nii nimetas ta loodust, materiat) mitmesugused organiseerumisvormid. Leierkast on tehtud puust, raidkuju kivist, inimene lihast. Tema arvates on kõik asjad üht ja sama päritolu, kõikjal on üks ühtne substants — loodus.

Teisiti lähenesid sellele probleemile idealistlikud filosoofid. Idealistlikele süsteemidele oli iseloomulik püüd tuletada maa-

ilma ühtsust mitte loodusest, vaid lõppkokkuvõttes vaimsest alusest, mis esineb mitmesugusel kujul — «jumalikust jõust» kuni «absoluutse vaimuni».

Uheks selliseks maailma ühtsuse «põhjenduseks» oli saksa filosoofi E. Dühringi kontseptsioon. Dühringi põhitees oli järgmine: «Kuna me asetame välismaailma oma ühtsesse mõttesse kui raami sisse, siis mitte miski sellest, mis peab kuuluma sellesse mõttelisse ühtsusesse, ei või säilitada endas kaksikpidisust... Just tänu ühendavale mõtlemisviisile tekib maailma jagamatu mõiste...»

Seega siis peeti olemist ühtseks mitte tema materiaalse, objektiivse, teadvusest sõltumatu eksistentsi tõttu, vaid selle tõttu, et teda mõeldakse jagamatuna. Maailma mõttelisest ühtsusest, ühtsest mõistest «maailm» tuletati tegeliku maailma reaalne ühtsus. Sisuliselt oli see objektiivsetelt idealistidelt laenatud argumentatsioon. Objektiivse maailma reaalseid omadusi ja suhteid kujutati pahupidiselt, neid käsitleti kui mõtlemise, vaimse tegevuse saadust. Selle asemel et otsida maailma ideaalse ühtsuse «maist», materiaalselt alust, käsitleti seda ühtsust ainueksisteerivana, ise ennast rahuldavana, mitte mingit põhjendust nõudvana.

KUIDAS TEADUS TÕESTAB MAAILMA ÜHTSUST

Eespool oli juttu, et maailma tegelik ühtsus seisneb tema materiaalsuses. Seda, et maailm ühtne on, tõestavad loodusteaduse ja filosoofia pikk arenemisteede, loodus- ja ühiskonna-teaduse vaieldamatud tulemused, kogu inimpraktika järeldused, iga uus samm loodusteaduse ja filosoofia arenemises. Maailma ühtsuses seisneb kõigi esemete ja protsesside vastastikune seos, keeruliste elementide võime muunduda üksteiseks, lõputu soojus-, valgus- ja elektromagnetilise energia vahetus, ülemaailmne gravitatsioon, mis seob mitte üksnes meie tähe-

saare (Linnutee) kõiki maapealseid objekte ja taevakehi, vaid ka lõpmatult kaugeid tähekoosid, pisimate materiaosakeste («elementaariosakeste») vastastikune muundumine, taime- ja loomariigi ühtsus jne.

Looduses esinevad kõik materiaalsed kehad ja neid moodustavad keemilised ained lõpmatult mitmekesisites kombinatsioonides ja variantides. Teadaolevate keemiliste ainete arv on erakordselt suur — üle kolmveerand miljoni. Osa neist on laialt levinud eluta looduses ja neid nimetatakse anorgaanilisteks aineteks, teised on taimede ja loomade koostisosad ja nende elutegevuse saadused, või siis valmistatakse neid kunstlikult ning neid nimetatakse orgaanilisteks aineteks. Kõik need keemilised ained võib jaotada kahte ebavõrdsesse rühma. Esimesse rühma kuuluvad niisugused ained, mida ei saa mingil viisil jagada. Neid aineid nimetatakse algaineteks ehk keemilisteks elementideks. Paljud neist on hästi teada igapäevasest elust. Keemiliste elementide hulka kuuluvad kõik metallid (raud, vask, nikkel jt.), mitmed mittemetallilised elemendid, mida nimetatakse metalloideks, nagu väävel, fosfor, süsinik, vesinik, hapnik, lämmastik jne. Kõik ülejäänud keemilised ained kujutavad endast nende keemiliste elementide kombinatsioone mitmesuguses vahekorras.

19. sajandi lõpuks oli kindlaks tehtud, et looduses on 92 elementi. Tänu keemiliste elementide perioodilisuse seaduse avastamisele suure vene teadlase Mendelejevi poolt õnnestus kindlaks teha nende sisemine sugulus ja ühtsus.

Praegu on aatomifüüsika tohutute edusammude tulemusena teada, et peale meie planeedil faktiliselt eksisteeriva 92 keemilise elemendi on olemas keemilisi elemente aatommassiga, mis on suurem kui Mendelejevi tabeli viimase elemendi uraani aatommass. Eksperimentaalne füüsika on avastanud mitu transuraani (plutoonium, neptuunium, ameriitsium jt.). Hilja-aegu avastasid meie Dubnas töötavad teadlased 104. elemendi.

Nende võrdlemisi arvukate algainete ehk elementide omavahelise ühinemise tulemusena on kujunenud kõik need lõputult mitmekesised mineraalid ja kivimid, millest koosneb maa-koor ja meie planeedi sisemus.

Materia ühtsus kogu universumi ulatuses, taevakehade, planeetide ja tähtede materiaalsus on tõestatud juba kõiki füüsikalisi kehi siduva ülemaailmse gravitatsiooniga. Tähtsat osa selle ühtsuse määratlemisel etendavad spektraalanalüüsi meetodid. Tänu nendele on kindlaks tehtud, et meist kaugeimal asuvatel taevakehadel esinevad needsamad keemilised elemendid mis Maalgi.

Nagu juba märgitud, oli materia hävimatuse, materia mitmesuguste liikumisvormide ühtsuse ja vastastikuse muundumise teaduslikuks tõestuseks energia jäävuse ja muundumise seadus. Robert Mayer (1814—1878), kes selle seaduse avastas, tugines eelnenud uurimustele selle kohta, kuidas mehaaniline toime muundub soojuseks.

Juba 18. sajandil märkasid suurtükitehnikute meistrid, et kahuritorude puurimisel eraldub nii suurel hulgal soojust, et kõik puust seadmed süttivad. Soojuse tekkimise põhjuste väljaselgitamiseks tehti mitmesuguseid eksperimente. Katsetati puurimist vabas õhus, kasutati teravaid ja nürisid puure ning erinevaid metalle, toorikud ja puur paigutati kord vette, kord õlisse jne. Kõikidel juhtudel eraldus soojus, tõusis selle keskkonna temperatuur, milles puurimist teostati.

See andis põhjust järeldada, et ainsaks soojuse tekkimise põhjuseks neis katsetes on mehaaniline toime. Saadud tulemusi üldistades väitis Mayer, et kõik looduses toimivad «sala-pärased» jõud — nii mehaanilised, termilised, elektrilised kui keemilised — on ühe ja sama energia ja lõppkokkuvõttes materia liikumise erinevad eksisteerimisvormid.

Energia jäävuse ja muundumise seaduse olemus seisneb selles, et kvalitatiivselt erinevad energiavormid muunduvad üks-

teiseks, kusjuures see muundumine toimub teatud kvantitatiivsetes vahekordades (ekvivalentides). Energia, liikumise üldine hulk jääb samaks, energiat ei kao ega tule juurde, ta vaid muudab oma kuju.

Loodusteaduse edasine arenemine sidus endiselt mitmesuguseid looduse lülisid, loodusnähtusi ja loodusjõude ühtseks ahelaks. Kui 19. sajandi loodusteadus tegi kindlaks mehaaniliste, termiliste, elektriliste ja keemiliste jõudude ühtsuse, 20. sajandi alguse teadus aga avastas keemiliste elementide ühtsuse ja vastastikuse muundumise, siis tänapäeva füüsika tõestab, et ühtsed on ka materiaalse maailma sellised küljed ja omadused, mida varem peeti omaette olevaiks (näiteks ruum ja aeg, mass ja energia, gravitatsiooni-, elektromagnetiline ja tuumaväli, mikroosakeste korpuskulaar- ja laineomadused).

Tihedalt ja lahutamatu on omavahel seotud anorgaaniline ja orgaaniline materjal. Orgaanilise ja anorgaanilise looduse ühtsus on tingitud eelkõige nende vahel lakkamatult toimuvatest ainevahetusprotsessidest.

Anorgaaniline loodus oli aluseks meie planeedil arenevale orgaanilisele maailmale. Maa pealispind, jõed, mered, ookeanid ja maad ümbritseva atmosfääri alumised kihid on asustatud lõpmatult mitmekesiste elusorganismidega. Kujukaid näiteid orgaanilise ja anorgaanilise maailma lahutamatust seosest pakub fotosünteesi uurimine. See näitab, et taimede elu sõltub anorgaanilisest maailmast, sest taimed toituvad sel teel, et nad saavad õhust ja pinnasest mineraalaineid ning need muunduvad taimede rohelistes lehtedes päikesekiirte toimel orgaanilisteks aineteks.

Tähtsaks sammuks taime- ja loomariigi ühtsuse kindlakstegemisel oli avastus, et taimedel ja loomadadel on rakuline struktuur. Oma uurimuste alusel tõestas saksa bioloog Schwann (1810—1882), et nii loomad kui ka taimed on ehitatud ühest ja samast «materjalist» — rakkudest. Rakud on organismi alus.



Nende paljunemise ja diferentseerumise tulemuseks on praeguse taime- ja loomariigi mitmekesisus.

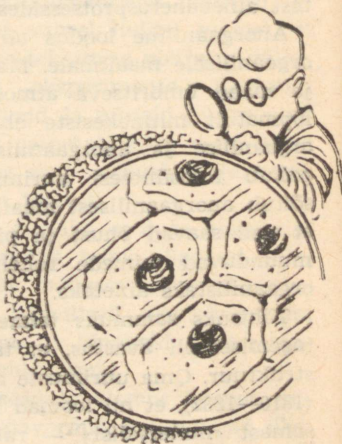
Tõestati, et kõigi elusorganismide päritolu ja ehitus on seletatav rakustruktuuri varel, mis on organismi elutalitluse nurgakiviks. Sellega tehti ka kindlaks, et eluslooduses valitseb seos ja ühtsus.

Ent siin jäi veel lahtiseks küsimus, kuidas rakkudest arenesid hulkraksed organismid ja millega on seletatav nende lõputu mitmekesisus. Sellele küsimusele andis 19. sajandi keskpaiku vastuse kuulus inglise loodusteadlane Charles Darwin.

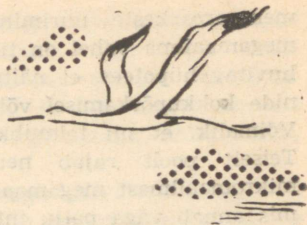
Ta lõi ja põhjendas süstemaatiliselt evolutsiooniteooriat, mille järgi praegused taime- ja loomaliigid ei tekkinud kohe, «valmis-kujul», nagu arvati eelmistel sajanditel.

Nagu tõestas Darwin, ei tekkinud taime- ja loomariigi mitmekesised nähtused, uued, keerulisemad eluvormid maa peal (sealhulgas ka mõtlev olend — inimene) tänu «jumala vahelesegamisele», vaid pikaajalises evolutsiooniprotsessis, organismide kohanedes muutuva keskkonnaga, loodusliku valiku teel.

Maailma materiaalse ühtsuse



uusi aspekte avas aatomite ja «elementaarosakeste» uurimine. Need uurimused tõstsid üles tähtsa küsimuse, mis pakub huvi filosoofia seisukohalt: milline seos on materiaalse tegelikkuse mitmesuguste «tasemete» — mikro-, makro- ja megamaailma (kosmose) vahel. Siin ilmnes omapärane dialektika: väikese ja suure lõpmatuse ühtsus. Materia aatomisügavused ja kosmilised kaugused on ühte liitunud; materiat tunnetatakse tema lõpmatult väikeste ja lõpmatult suurte tasemete vastastikusel seoses. Ega siis paljud teadlased asjata näe analoogiat nende aparaatide vahel, mis võimaldavad heita pilku mikro- ja megamaailma sisse, — kiirendajate ja teleskoopide vahel. Võib kohata näiteks niisugust võrdlust: kiirendaja on teleskoop, mis tungib aatomisügavustesse. On iseloomulik, et praegu ehitatakse Serpuhhovi lähedal maailma kõige võimsamat kiirendajat (50—70 miljardit elektronvolti) ja gigantset teleskoopi, mille «peegli» läbimõõt on üks kilomeeter. Nii raiutakse lähestikku «akent» aatomi ja maailmaruumi sügavustesse. Mõned välismaa füüsikud tõmbavad ekslikult järsu ja



ülepääsmatu piiri makro- ja mikromaailma vahele. Nad väidavad, et mikromaailm on niivõrd spetsiifiline ja vaatlusele kättesaamatu, et seal toimubki «reaalsuse valmistamine» subjekti poolt, elektronil on aga «vaba tahe». «Ele-

mentaarosakeste» uurimine just näitabki, et mikro-, makro- ja megamaailma vahel on tihe seos. Muide praegu on püstitatud huvitav hüpotees, et näiteks suurt energiat omavate nukleonide kokkupõrkamisel võivad tekkida makroskoopilised kehad. Võimalik, et nii toimubki uute kosmiliste objektide sünn. Teiselt poolt rajab neutriino-astronoomia arenemine silla mikromaailmast megamaailma, sest neutriino on selline osake, mis annab väga palju informatsiooni kõige kosmoses toimuva kohta. Moodsate eksperimentaalaparatuuride ehitamine võimaldab avastada neutriinosid, mis tulevad meie juurde maailma-ruumist. See aga võimaldab saada otsest informatsiooni selle kohta, mis toimub Päikese ja mõnede teiste tähtede kõige sügavamas sisemuses.

NÄHTUSTE VASTASTIKUNE SEOS JA PÕHJUSLIKKUS

Maailma materiaalne ühtsus kerkib meie ette mitmesugustes objektide vastastikuse seose, vastastikuse toime protsessides. Looduses eneses võime näha, et kõik nähtused on tihedalt ja lahutamamatult üksteisega seotud. Me märkame, et ükski asi ei eksisteeri isoleeritult, eraldi, teisest asjast sõltumatult. Esemed, mis näivad olevat omaette, iseseisvad, osutuvad tähelepanelikul uurimisel looduse üleüldise seose, ühtse ahela lülideks. Iga ese on teistest sõltuv, seotud teistega ülipeenikeste niidikeste kaudu. Seepärast ei saa ükski asi olla mõistetav omaette, vaid ainult seoses teiste asjadega. Vastasel korral ei võiks näha puude taga metsa, üksikute asjade taga seda üldist, mis seob neid omavahel.

Näiteks ei saaks mõista inimese olemust, kui vaadelda teda isoleeritult, omaette. Ainult siis, kui inimene on lülitunud teatud suhetesse (töö- ja tootmisalastesse, kõlblus- ja kultuuri-suhetesse jne.) teiste inimestega, avab ta enda kui ühiskondliku

olendi loomuse. Tema olemus, nagu ütleb Marx, kujutab endast nende ühiskondlike suhete kogusummat, milles ta on teiste inimestega. Seepärast kui me näiteks uurime kirjanike, kunstnike või ühiskonnategelaste elu ja loomingut, tutvume eelkõige nende tegevuse ajalooliste tingimustega, ühiskondliku keskkonnaga, milles nad elasid.

Looduses ja inimühiskonnas on väga palju mitmesuguseid seoseid ja vastastikuseid suhteid. Tänu materiaalsete objektide vahelisele vastastikusele toimele on materjal selline üldine omadus nagu omadus peegeldada. Kui me vaatleme mingit kaht objekti, mis avaldavad teineteisele toimet, siis märkame selle toime «jälgi» kummaski objektis. Seejuures oleneb peegeldus, antud «jälje» reprodutseering mõlema objekti omadustest, sellest, mis ja milles peegeldub. Näiteks rattajalg teel oleneb nii sõiduki liigist, rattakummi suurusest ja muustrist kui ka sillutise ja pinnase omadustest. Seda rattajälge uurides võime saada mõningat informatsiooni teed mööda liikunud sõiduki kohta (kas oli see jalgratas, vanker või auto).

Seega on peegeldus kehade vastastikuse toime resultaat, ühe keha võime jätta teise kehasse vastastikuse toime «jälgi». Peegeldus on omane kõikidele materiaalsetele objektidele ning esineb mitmesugusel kujul — madalamast, mehaanilisest peegeldusest kuni kõige kõrgema, ideaalse peegeldusvormini (inimteadvus). Tänu objektide vastastikusele toimele ja peegeldusomaduse universaalsusele võime saada informatsiooni, nii- või teistsuguseid teateid kehade, nende arenemise, muutumise jne. kohta.

Üks nähtuste, objektide ja sündmuste ülemaailmse vastastikuse toime, universaalse vastastikuse seose momente on põhjuse-tagajärje suhted. Maailmas pole ega võigi olla nähtusi, millel poleks oma põhjust. Kõik nähtused on põhjuslikult tingitud, s. o. nad on teatud põhjuste tagajärg.

Põhjuslikkus on seletatav objektide vastastikuse toimega.

Tunnetusprotsessis ja praktilises tegevuses märkame, et ümbritsevas maailmas järgnevad ühele sündmusele või nähtusele teatud tingimuste korral teised. Looduseski ilmneb teatud kord: möödunu asemele tuleb uus.

Enda seletamiseks pole loodusel tarvis väliseid, sealpoolseid põhjusi, mingit «esmatõuget» või kõikvõimsat «valitsejat». Loodus on ise enese põhjuseks, s. o. aluseks, vajalikuks tingimuseks kõigele sellele, mis toimub maa peal ja kosmoses.

Selleks et tunnetada mingi sündmuse kõiki põhjusi, tuleks jälgida lõputut põhjusteahelat. Muidugi mõista ei saa nõuda kõigi põhjuste päevavalgele toomist. Selline nõudmine oleks niisama hea kui skolastiline targutamise põhjuste põhjuste üle, umbes selliste küsimuste ümber: «Kas oli kunagi niisugune aeg, kus üldse mitte mingit aega ei olnud?» või «Kus on selle lõpu algus, millega lõpeb algus?» Teadlane ei tohi olla niisugune nagu Fonvizini «Äbariku» kangelane, kes, nõustudes sellega, et üks rätsep õppis teiselt, teine kolmandalt, nõudis vastust küsimusele: «Kelle käest siis õppis esimene rätsep?»

Teadusele on teoreetiliselt ja praktiliselt täiesti piisav, kui avastada ühete või teiste nähtuste kõige lähemad, peamised põhjused, nähtustevahelised paratamatud seosed. Juba seegi võimaldab teha oletusi ja püstitada hüpoteese ning näha ette ära looduse arenemiskäiku.

Vaatleme üksikasjalisemalt, milles seisneb põhjuslike suhete olemus. Põhjuslikkus eeldab, et nähtused on omavahel seotud. Kas võib aga arvata, et igasugune seos on põhjuslik seos? Põhjuslikkus nõuab nähtuste alalist seost, kuid kas võib arvata, et kokkulangemine ajas viib välja selleni, et üks nähtus on teise põhjuseks?

Looduse uurimisel puutume kokku nähtustega, mis on seotud ja tingitud teistest, mis kasvavad välja eelnenuist. Selles mõttes eeldab põhjuslik seos suhteid «enne» ja «pärast». Praktilisi toiminguid sooritades võrdleb inimene alati käesolevat olu-

korda varasemaga. Aga kas võib siit järeldada, et kui üks sündmus toimus pärast teist, siis toimus ta teise tagajärjel?

Kokkulangemine ajas ei anna veel tunnistust sellest, et üks nähtus on teise põhjuseks. Iga kord, kui kellaosuti on seitsmel, kuulen ma vabrikuvilet. Kuid mul ei ole õigust järeldada sellest, et kellaosuti liikumine on vile põhjuseks. Räägitakse, et hiliskevadel puhub külm tuul, sest tamme pungad avanevad. Need nähtused esinevad tõepoolest sageli üheaegselt. Kas võib aga nõustuda sellega, et külma tuule põhjuseks on tamme pungad? Siin on tegemist vaid ajalise kokkulangemisega; tuule jõud on väljaspool puus toimuvate protsesside mõju, üks nähtus ei kutsu paratamatult esile teist. Või siis selline näide: kui ma kuulen rataste mürinat ja vedurivilet, näen ma veduri möödasõitu. Kuid absurdne oleks sellest järeldada, et rataste mürin ja vile on veduri liikumise põhjuseks.

Järelikult ei saa põhjuslikkuse määratlemisel rääkida ainult lihtlabasest ajalisest järgnevusest. Põhjuslik seos nõuab niisugust vastastikust toimet, kus üks nähtus seaduspäraselt kasvab teatud tingimuste korral välja teisest. Põhjuslikkus on selline nähtuste, esemete ja sündmuste vastastikuse seose vorm, kus ühed neist sünnitavad teisi. Põhjuslikkus on tingitud materiaalse toime ülekandumisest ühelt objektilt teisele. Ainult sel juhul võib öelda: kui pärast antud sündmust, siis järelikult selle tagajärjel.

Kõige lihtsamatel juhtudel, kui kõne all on suurte, nähtavate kehade liikumine, teeme selle põhjusliku seose kindlaks vahetult. Täislaaditud vankri liikumise põhjuseks on hobuse lihaste jõud; rongi liikumise põhjuseks on vedurikatla küttekoldes leiduva soojusenergia muundumine mehaaniliseks auruenergiaks ja selle muundumine veerevate vedurirataste mehaaniliseks energiaks.

Kui Pascali baromeeter viidi mäetippu, järeldasid eksperimenteerijad, et elavhõbedasamba langemine baromeetris on

põhjuslikult seotud baromeetri viimisega kõrgemasse kohta. Aga enne kui jõuti järeldusele, et baromeetri asukoha muutmine merepinna suhtes on elavhõbedasamba langemise ainus põhjus, paigutati baromeeter kord lagedale, kord varjulisse kohta, katsetati, kui puhus tuul ja kui oli tuulevaikus, kui sadas vihma ja kui oli udu. Kui oli välja selgitatud, et elavhõbedasamba langemise ainsaks põhjuseks oli baromeetri viimine kõrgemasse kohta, siis oli ka ühtlasi kindlaks tehtud nende nähtuste vaheline põhjuslik seos.

Keerulisemate nähtuste juures ei tule põhjus ilmsiks kohe, vaid alles pärast põhjalikke uurimisi.

Inimorganismi töövõime ja elu enese põhjuseks on toitainete juurdevool, mille keemiline energia muundub füsioloogilise protsessi energiaks ja eriti inimorganismi lihaste energiaks.

Veelgi keerulisem põhjuslik sõltuvus on iseloomulik sotsiaalsetele nähtustele. Aga seegi avastati tänu materialistliku ajalookäsituse, ajaloolise materialismi loomisele. Nii näiteks läks korda kindlaks teha, et kapitalistlike kriiside põhjuseks on ühiskondliku tootmise anarhia, tootmisriistade ja -vahendite eraomandus ning vastuolu tootlike jõudude ja tootmissuhete vahel.

KAS LOODUSEL ON EESMÄRK?

Eitades põhjuslike seoste objektiivsust, püüdsid idealistlikud filosoofid tõestada, et põhjuslikkus pole seletatav objektide vastastikuse toimega, vaid sellega, et nad on ette ära määratud looduses mingit eesmärki ellu viima. Oma arenemises, ütlevad idealistid, realiseerib loodus juba varem püstitatud eesmärki. Kõik seosed on allutatud sellele eesmärgile.

Nende arvates on looduses kõik korraldatud otstarbekohaselt; eelnev on järgneva suhtes eesmärk; kõigele toimuvale eelneb

eesmärk. Sellist loodusekäsitust hakati nimetama teleoloogiliseks (kr. teleos — täiuslik, telos — eesmärk, logos — õpetus).

Teleoloogia eitab põhjuslikkuse mõistet, asendades selle eesmärgi mõistega. Teleoloogide arvates seisneb ülesanne selles, et leida eesmärk, mille poole loodus püüdleb, mitte aga avastada nähtuste põhjuslikku seost. Vastupidiselt materialistlikule seisukohale, mis jaatab põhjuslikkust, jääb teleoloogia visalt selle juurde, et iga nähtus realiseerib oma arenemises varem etteantud eesmärgi. Teleoloogiline seos taandab kõik otsustarbekusele, mis peituvat esemetes ja nähtustes.

Vaadake näiteks mutti, ütlevad teleoloogia pooldajad. Mis pärast on tema esikäpad varustatud pikkade teravate küüntega? Sellepärast, et «looja» määras tema osaks mullas tuhnida ja andis talle vastavad jäsemed. Aga silmad on tal sellised pisikesed, pilukil, ripsmete alla peidetud. Eks ole see otstarbekohane? Mis saaks vaesest mutist, kui tal oleksid pungis silmad nagu vähil, kõrvad aga tolkneksid nagu nahkhiirel? Mutt kannataks igavesti silma- ja kõrvahaiguste all, nüüd aga on «looja» mullatuhnija nendest hädadest säästnud...

Tegelikult, nagu tõestas Darwini teooria, ei ole loomade otsustarbekohane ehitus «looja» kõrgeima eesmärgi teostus, vaid selle tulemus, et loomad on pidanud pikka aega võitlust loodusega, kõige tugevamad ja vastupidavamad on kohanenud ja nõrgad välja surnud. Orgaanilise maailma täiuslikkuse tõeliseks põhjuseks on looduslik valik organismi ja keskkonna vastastikuse toime protsessis, pärilikkus ja muutlikkus, organismide kohanemine muutuvate elutingimustega.

Teleoloogide seisukoht vastab täiesti A. Avertšenko jutustuse kangelase telegrafist Nadkini «argumentidele». Esitame katkendi sellest jutustusest.

«Järelikult on siis asi nii, et ka mina eksisteerin ainult sinu jaoks, järelikult ka mind ei ole, kui sina minu peale ei vaata?»

«Sina?» venitas Nadkin kõhklevalt.

Tema hinges võitlesid kaks tundmust: soov sõpra mitte solvata ja tung viia asi lõpule, mitte lasta oma filosoofilise süsteemi harmooniat käest ära.

Jäi peale filosoofiline külg.

«Jah,» ütles Nadkin kindlalt. «Sina samuti. Võib-olla sa ainult selleks ilmale tulidki, et mulle kulitši, kana ja viina pakkuda ning mulle seltsiks olla.»

Lenkorani kaupmees kargas jalule...

Tema silmad välkusid. Pistis rämedal häälel kisendama:

«Lurjus oled sa, Nadkin, lurjus!»

...Nadkin aga vaatas talle kurvalt järele ja jonnakalt kulmu kortsutades heietas oma mõtteid edasi, nagu ta alati heietanud oli: «Laskub mäekünkalt alla, vajub metsatuka taha ja kaob... Kui ta on kord juba minu juurest läinud, milleks peaks ta siis veel eksisteerima? Mis mõttega? Häh!»

Inimesed, kes asuvad teleoloogilisel seisukohal, jõuavad paratamatult välja selliste «argumentideni», langedes müstika ja religiooni rüppe. Eesmärgi-printsiibi tunnistamine viib välja selleni, et hakatakse tunnistama loodusest sõltumatult ja enne loodust eksisteerivat eesmärki, hakatakse tunnistama algpõhjust, s. o. «loojat», kes on ehitanud maailma teatud «eesmärgil».

Teaduslik õpetus põhjuslikkusest heidab selle eksliku seisukoha kõrvale ja näitab, et looduse sisemine arenemisprotsess viib välja selleni, et ühed nähtused sünnitavad objektiivse paratamatusega, seaduspäraselt teisi. Põhjuslikud seosed eksisteerivad objektiivselt mitmekesistes vormides. Pealegi süvenevad meie kujutlused põhjuslikkusest pidevalt.

ELEKTRON JA «TAHTEVABADUS»

Klassikaline mehaanika töötab välja spetsiifilise kujutluse põhjuslikust sõltuvusest. See seisneb järgmises. Kui on teada mingi keha algseisund (tema koordinaadid, impulss ja antud kehale mõjuvate tungide väli), siis võib Newtoni teise seaduse alusel välja arvutada keha mistahes seisundi tulevikus. Teiste sõnadega — keha asendi ja kiiruse täpne üheaegne määramine võimaldab üheselt kindlaks määrata kogu tema liikumise trajektoori. Selle mehhanistliku põhjuslikkuse-käsitluse (mis on tuntud Laplace'i determinismi all) tähendust väljendab kujukalt Laplace'i mõtteavaldus, et on olemas «jumalik arvutaja», mingi kujuteldav mõistus, kes teab kõiki kehade liikumise algtingimusi ning seetõttu ei peitu ei tulevikus ega minevikus tema jaoks mingeid saladusi.

Seda kujutlust põhjuslikkusest, mis iseloomustab suurte kehade liikumist väikese kiirusega, absolutiseeriti. 20. sajandi alguses aga, kui mehhanistlikku põhjuslikkuse-printsipi püüti kasutada pisimate aatomite kiire liikumise iseloomustamiseks, tuli ilmsiks selle piiratus. Kvantmehaanikas avastati mikroobjektide liikumise spetsiifilised seaduspärasused, mis on tingitud nende korpuskulaar-lainelisest loomusest. See mikroprotsesside spetsiifika, mis on seotud mõjukvandiga, väljendub «määramatuste relatsioonis» (mida väiksem on osakese asendi määramatus, seda suurem on tema impulsi määramatus, ja vastupidi). Samasuguse relatsiooni annab osakeste asendi määramine mõningate muude suuruste, näiteks energia ja aja kaudu.

Usna tinglikult iseloomustab seda situatsiooni järgmine näide. Kujutage endale ette, et sõidate autos ja määrate auto liikumise kiirust spidomeetri järgi. Teinud kiiruse täpselt kindlaks (näiteks 60 kilomeetrit tunnis), teete ühtlasi otsustuse koha suhtes, kus teie auto parajasti on: «Auto asub praegu maantee

30. kilomeetril.» Sellel otsustusel on «määramatuse» tähendus. Selleks et kindlaks teha, kas otsustus on tõene või väär, tuleks peatada auto 30. kilomeetriposti juures, kuid siis poleks jälle võimalik otsustada täpselt liikumiskiiruse üle.

Määramatuste relatsiooni näitlikuks illustreerimiseks võib tuua ka niisuguse näite, mida on hakatud nimetama «mõtteeksperimendiks». Selleks et määrata mikroskoobi abil kindlaks elektroni asukoht, tuleb sellele suunata valguskiirte kimp. Mida väiksem on selle kiirtekimbu lainepikkus, seda täpsemini saab elektroni asukohta määrata. Valguskvandi (footoni) vastasmõju tõttu aga elektroni impulss muutub, elektroni liikumiskiirus suureneb pöördvõrdeliselt kiirtekimbu lainepikkusega. Seepärast — mida täpsemalt osakese koordinaadid kindlaks määratakse, seda suurem on tema impulsi määramatus, ja vastupidi.

Määramatuste relatsioon tuleneb mikroosakeste korpuskulaar-lainelisest loomusest, mis on makromaaailmaga võrreldes kvalitatiivselt hoopis midagi muud. Määramatuste relatsioon teeb kindlaks, kus on see piir, milleni saab rakendada makromehaanika mõisteid, mis käsitlevad suurte kehade liikumist klassikalisi trajektoore mööda. Selle tulemusena osutub vana põhjuslikkuse mõiste (Laplace'i determinism), mis eeldas algingimuste (impulsi ja koordinaatide) täpset üheaegset teadmist, mikroosakeste liikumise iseloomustamisel mitterakendatavaks. Mikroosakeste seisundit iseloomustab statistiline, tõenäosuslik (mitmene) põhjusliku sõltuvuse vorm, mis väljendub lainefunktsiooni mõistes.

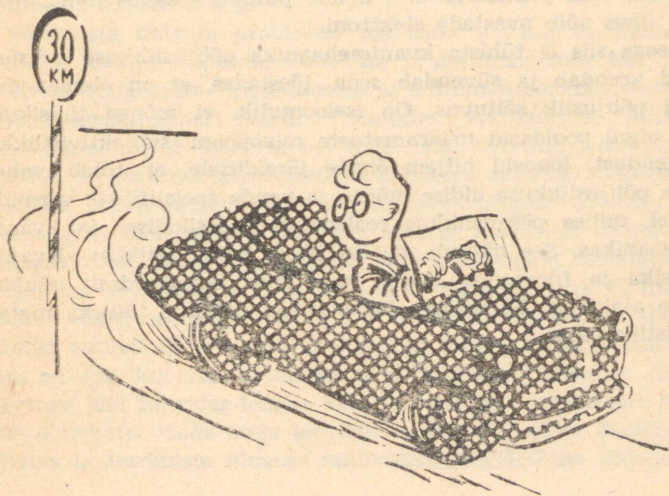
Mõned idealismist mõjustatud välismaa füüsikud tõlgendasid määramatuste relatsiooni subjektivistlikult. Kolmekümnendail aastail läks osa füüsikute hulgas seoses määramatuste relatsiooni väärtõlgendusega moodi rääkida «põhjuslikkuse krahhist». «Määramatuse printsiip,» kirjutas neil aastail ajalehe «New York Times» teaduslik toimetaja Lorentz, «viis selleni,

et praegusaja füüsikud eitavad universaalselt põhjuslikkuse ehk determinismi olemasolu looduses.»

Kui V. I. Lenini raamatu «Materialism ja empiriokrititsism» ilmumise ajal oli moes tõestada «mateeria hävimist», siis nüüd sai idealistliku kriitika objektiks põhjuslikkus. Seda ajajärku iseloomustades kirjutas üks neopositiviste F. Weismann hiljuti oma artiklis «Põhjuslikkuse lõpp ja langus»; «1927. aasta oli teetähiseks füüsika evolutsioonis. See oli põhjuslikkuse mõiste mahamatmise aasta.»

Nii nagu mahhistid pidasid mehhanistliku materialismi kokkuvarisemist «materialismi krahhiks» üldse, kuulutasid ka tänapäeva füüsikalised idealistid mehaanilise põhjuslikkuse mõiste mitterakendatavuse mikronähtuste suhtes (millele viitab määramatuste relatsioon) «determinismi krahhiks».

Siit ongi pärit elektroni «tahtevabaduse» idee, mida silmapaistev füüsik P. Langevin iseloomustas kui «intellektuaalset



kõlvatust». Sellest füüsika arenemises esinenud haigusperioodist sai üle tänapäeva teadus.

Kvantmehaanika uurib teatud rühma — «kvantansamblit» moodustavate osakeste liikumist. Viimane allub statistilistele seaduspärasustele. Kuna iga mikroosakese liikumine ansamblis oleneb tema vastastikusest toimest teiste mikroosakestega, ei saa me üheselt, nii nagu see oli klassikalises mehaanikas, kindlaks määrata tema liikumise trajektoori. Siin toimib erilist liiki põhjuslikkus, mida nimetatakse tõenäosuslikuks. See eeldab, et mikroosakeste liikumises ei toimu üleminek põhjuselt tagajärjele järsult, rangelt fikseeritult, vaid teatud tõenäosustmega. Teiste sõnadega — põhjuse ja tagajärje vahel ei ole ühetähenduslikud, vaid mitmetähenduslikud suhted. Seetõttu näiteks ei saa täpselt näidata ekraanil punkti, kuhu langeb osakeste kimbus liikuv üksik elektron. Seda saab määrata vaid umbkaudselt, tõenäoliselt, tehes kindlaks mitte langemise punkti, vaid piirkonna, s. o. nende punktide kogusumma, millest ühes võib avastada elektroni.

Seega siis ei tühista kvantmehaanika põhjuslikkuse mõistet, vaid arendab ja süvendab seda, tõestades, et on olemas uut liiki põhjuslik sõltuvus. On iseloomulik, et mõned füüsikud, kes algul pooldasid määramatuste relatsiooni subjektivistlikku tõlgendust, jõudsid hiljem õigele järeldusele, et tuleb vahet teha põhjuslikkuse üldise mõiste ja nende spetsiifiliste vormide vahel, milles põhjuslikkus realiseerub klassikalises ja kvantmehaanikas. See nähtub näiteks Niels Bohri artiklist «Kvantfüüsika ja filosoofia» (1959), mis ilmus esmakordselt nõukogude ajakirjas. Nii pääses järjekordselt võidule füüsika materialistlik vaim.

Praegust ajajärku iseloomustab teaduste intensiivne arenemine, teadusliku informatsiooni hoogne kasv. See on veenvalt näidanud, kuidas maailma materiaalne ühtsus peegeldub ja kinnistub tunnetuses, selle materiaalse maailma kohta käivate teadmiste ühtsuses. Seoses sellega on muutunud väga tähtsaks teaduste vastastikuse toime, teaduste sünteesi, teadusalaste teadmiste ühtsuse probleem.

19. ja 20. sajandi vahetusel füüsikas asetleidnud revolutsioon tõstis teravalt päevakorda uue loodusteadusliku maailmapildi loomise, teaduste klassifitseerimise ja inimteadmiste edasise sünteesimise küsimuse. Filosoofiliste probleemide tihnikus kerkisid teiste kõrval esile sellised küsimused nagu teadusalaste teadmiste süsteempärasus ja terviklikkus, mitmesuguste teooriate vahekord, tunnetuses esineva absoluutse ja suhtelise, püsiva ja muutuva seos.

Teadmiste ühtsuse probleemi teaduslik käsitlus ei lubanud hinnata teadust märkide, sümbolite ja definitsioonide kui vaid sobivate «kogemuse» kirjeldamise ja süstematiseerimise vahendite kogusummana. Machi filosoofiat kritiseerides märkis L. Boltzmann, et «teooria ei tohi olla inventarinimestik... teooria on praktika kvintessents». Mitmetes füüsika metodoloogilistele probleemidele pühendatud sõnavõttudes rõhutas ta kaasaegse loodusteaduse tendentsi ühtsuse loomisele, «erinevate teadusharude järjest sügavamale läbipõimumisele», üldistatuma seisukoha saavutamisele. Ühes oma ettekandes ütles L. Boltzmann: «Esimesel pilgul tundub, et loodusteadus kaotab täiesti silmist suured üldist laadi probleemid. Ent seda suurejoonelisem on edu, kui me spetsiaalsete küsimuste padrikust suure vaevaga läbi tungides leiame äkki väikese pilu, kustkaudu avaneb ootamatu vaade kogu tervikule.» Materialistliku füüsikuna tuletas ta teadmiste ühtsuse materiaalse tegelikkuse ühtsusest,

materiaalsete protsesside vastastikust seost peegeldavate teaduste omavahelisest läbipõimumisest.

Vastupidistelt seisukohtadelt lähenesid sellele probleemile positivistliku filosoofia — empiriokrititsismi pooldajad. E. Mach põhjendas teadmiste ühtsust «maailma elementidest» ja «mõtlemise ökonoomia» printsiibist lähtudes. «Maailma elementide» all mõistis ta seda, mida meie nimetame aistinguteks, «mõtlemise ökonoomiat», minimaalset vaimsete jõudude kulu aga pidas tõe viiva tunnetuse ainsaks aluseks. Sisuliselt oli see omapärane katse (analoogiline Dühringi seisukohale) tuletada maailma ja selle maailma kohta käivate teadmiste ühtsust mõtlemise ühtsusest, meelelisest kogemusest, aistingutest. Seega asendati teadmiste ühtsuse, teadmiste objektiivsete aluste analüüsi keeruline probleem «mõtlemise ökonoomsusega», mis pidavat harmooniliselt kooskõlastama kõik teadmised millekski terviklikuks.

Raamatus «Materialism ja empiriokrititsism» võttis V. I. Lenin vastavates peatükkides («Mõtlemise ökonoomia» printsiip» ja «maailma ühtsuse» küsimus») selle kontseptsiooni põhjaliku kriitika alla. Ta näitas, et teadmiste ühtsuse positivistlik käsitlus, mis on järjekindlalt lõpuni arendatud, viib välja solipsismile, sest kõige ökonoomsem on tunnistada ainueksisteerivaks subjekt oma aistingutega.

Selle leninliku analüüsi karakterseks jooneks on sügav teaduslikkus. Iseloomulik on, et mitmete selles esinevate momentidega langesid ühte M. Plancki peamised ideed, mis ta tõi esile 1909. aastal (s. o. V. I. Lenini raamatu ilmumise aastal) peetud ettekandes «Füüsikalise maailmapildi ühtsus». Oma ettekandes peatus Planck üksikasjaliselt materialistlike füüsikute ja positivistide vahelise vaidluse olemusel: «Kas füüsikaline maailmapilt on meie mõistuse meelevaldne sünnitus või, vastupidi, peegeldab reaalseid, meist täiesti sõltumatuid nähtusi?» Kaitstes selle küsimuse materialistlikku lahendust, kri-

tiseerib Planck Machi positivismi. «Teaduse arenemine,» ütleb ta, «oleks saatuslikul kombel seisma jäänud, kui Machi ökonoomia-printsiiip oleks tõesti tunnetusteooria keskseks punktiks saanud.»

Samas ettekandes sõnastab M. Planck täpselt teadusalaste teadmiste ühtsuse materialistliku käsituse, öeldes, et «terviklik maailmapilt» kujutab endast sedasama vääramatut eesmärki, mille poole kogu aja pürgib loodusteadus.» Üht vana füüsika erinevust uuest näeb ta selles, et viimasele on iseloomulik suur sisemine ühtsus, ning sellest lähtudes võrdleb ta vana füüsikat piltide kollektsiooniga, uut aga ühe pildiga. «Kõik need erinevad pildid,» ütleb M. Planck, ei olnud omavahel seotud; võis ükskõik missuguse neist ära võtta, ilma et see ülejäänule kuidagiviisi mõjunud oleks. See ei oleks aga enam mõeldav tulevase füüsikalise maailmapildi puhul. Selles on... iga kriips terviku hädavajalik koostisosa.»

Praegu, pool sajandit hiljem, näeme, kui hiilgavalt on silmapaistva füüsiku-materialisti prognoosid tõestunud. Teadmiste ühtsuse probleemil, näiteks tänapäeva füüsikas, on palju eri aspekte. Nende hulgas võib märkida selliseid, nagu vastavuse ja jäävuse printsiibi osatähtsus füüsikateooriate arenemises, mikroobjektide vastuoluliste omaduste tervikliku reprodutseerimise probleem, «elementaarosakeste» klassifitseerimine, ühtse väljateooria konstrueerimine (nii et välja ergastatud olekud annaksid olemasolevate mikroosakeste kogumi) jt. Järjest selgemaks muutuvad uue füüsikalise maailmapildi kontuurid, mis ühendab relatiivsusteooriat, kvantmehaanikat ja «elementaarosakeste» füüsikat.

Uheks teadmiste dialektilise ühtsuse väljenduseks tänapäeva füüsikas on tendents seostada tihedalt põhilisi füüsikalisi konstante (universaalseid konstante), sest fundamentaalsete konstantide üksteisest lahus käsitlemine pole kuidagi õigustatud. Praegusel ajal meenutab kogu põhiliste konstantide kompleks

tohtu suurt ämblikuvõrku, mille iga osa sõltub teatud määral kogu ülejäänud süsteemist, nii et kui puutuda üht osa või muuta midagi, muutub kogu võrk tervikuna.

Nii näiteks on tänapäeva füüsikas kindlaks tehtud tihe seos ja vastastikune sõltuvus kahe universaalse konstandi — valguse kiiruse c ja mõjukvandi h vahel. Nende omavahel seotud konstantide tähenduse muutumisega muutub kogu teadmiste-süsteem, see nõuab vastavat üleminekut ühelt teorialt teisele. Klassikaline mehaanika rahuldab järgmisi nõudeid: $c \rightarrow \infty$, $h=0$; relatiivsusteooria — $c=\text{const.}$, $h=0$; kvantmehaanika — $h=\text{const.}$, $c \rightarrow \infty$; kvantelektrodünaamika — $h=\text{const.}$, $c=\text{const.}$; «elementaarosakeste» füüsika — $h=\text{const.}$, $c=\text{const.}$, l (eeldatav pikkusekonstant) = const.

Teadmiste ühtsuse probleemi dialektilis-materialistlikul lahendamisel lähtutakse vähemalt kahest tegurist: objektiivsest — maailma materiaalsest ühtsusest, mitmesuguste mateeria liikumise vormide ja mateeria struktuuriliste «tasemete» vastastiku-seosest, ning subjektiivsest — teatud filosoofilistest, metodoloogilistest printsiipidest.

Seda kinnitab näiteks koondteooriate loomine. Nii oli valguse kvantteooria (mis sünteesis kujutlusi valguse laine- ja korpuskulaaromadustest) tekkimine tingitud ühelt poolt mateeria uue, subatomaarse «taseme» avastamisest ja teiselt poolt uute, klassikalise mehaanika printsiipidest erinevate teadusliku mõtlemise viiside väljatöötamisest.

Seega avab nii üksiku teaduse (antud juhul füüsika) kui ka loodusteaduste kogu kompleksi arenemine teadmiste ühtsuse probleemi sünteesiva, dialektilise iseloomu. Kõik see näitab, kuivõrd õige on hinnang, mille andis F. Engels «Looduse dialektikas»: teoreetiline loodusteadus ühendab võimaluse piires oma vaated loodusele üheks harmooniliseks tervikuks.

KATSETEST LUUA ÜHTNE TEADUSE KEEL

Teadmiste ühtsuse probleem on kesksel kohal neopositivistliku filosoofia esindajate töödes ning on muutunud omamoodi kiviks, mille otsa komistab niinimetatud loogikaline positivism.

Kui loogikaliste positivistide eelkäijad — Machi filosoofia poolehoidjad — põhjendasid «väljapääsukeeldu» välismaailma meeleliste tajude loomusega, siis nüüd seletatakse seda keelevahendite spetsiifikaga. Nii esimesel kui teisel juhul on kriitiseeritavaks «illusiooniks» materiaalse maailma objektiivse eksistentsi tunnistamine.

Juba loogikalis-positivistliku liikumise koidikul esines teadmiste ühtsuse probleem teadmiste, teadusliku keele unifitseerimisena, ühtse, unifitseeritud teaduse loomisena. Neopositivismi liidreid Carnap esitas oma artiklites kõige täpsemalt ühtse teaduse keele otsingud. Sellele loogikalised positivistid teadmiste unifitseerimise, teadmiste ühtsuse probleemi tol perioodil põhiliselt taandasidki. Otsingute tulemuseks oli «füüsikaaliate» teooria (füsikalism), mille olemus seisneb selles, et teadmiste ühtsuse probleemi lahendamise asemel hakati välja töötama unifitseeritud keelt, mida käsitleti kui füüsika keelt. Sellesse keelde tõlgiti kogu teadmiste süsteem ning sel moel saavutati teadmiste unifitseerimine. Sellega seoses kirjutas Carnap: «Füüsika keel on üldine keel. Füüsika keel on kogu teaduse keel... Füsikalismi tees viib teaduse ühtsuse teesile.»

Peab märkima, et tol perioodil diskuteeriti teaduslikes ringkondades teadmiste ühtsuse idee üle väga palju, sest teaduse edasine progress nõudis eri teadusalade esindajate tihedat koostööd ja vastastikust mõistmist. See aga ei tähendanud, et selline lähenemine oleks pidanud toimuma üksnes ühtse (liiatigi veel üheainsa) teaduse keele loomise alusel, üksikute teadusarude aine spetsiifiliste eripärasuste kaotamise arvel, nende taandamise arvel mingiks üheks teaduseks, näiteks füü-

sikaks. Muuseas selliseid ülesandeid deklareeriti juba neopositivistliku «Viini ringi» esimeses programmilises dokumendis — ringi 1929. aastal avaldatud manifestis. Edaspidi leidsid need arendust M. Schlicki, R. Carnapi, O. Neurathi jt. töödes, neopositivistide kongresside ettekannetes, eriti 1936. aastal toimunud teaduse ühtsuse kongressil, ning brošüüridesarjas «Rahvusvaheline unifitseeritud teaduse entsüklopeedia».

Kuid küsimusele, mis on teadmiste ühtsuse alus, ei suutnud neopositivistid siiski rahuldavat vastust anda. Nende lähenemisviisis ilmnas mehhanistliku taandatavuse-printsipi olemoodi taassünd. Sellel teel tabas neopositivistide ebaõnn ja edaspidi nad loobusid «ortodokssest» füsikalismist.

Neopositivistide katsed luua ühtset teaduse keelt lükkab ümber Niels Bohr. Artiklis «Teadmiste ühtsus» kirjutab ta: «... mõistete süsteemi üldistamine pakub vastavaid vahendeid subjektiivsete elementide piiramiseks ja objektiivse kirjeldamise sfääri avardamiseks.» Bohr näitas, et «füüsika põhi-seaduste otsingud», «determinismi-idee säilitamine» aitasid Einsteinil ümber ehitada kogu klassikalise füüsika hoone. «andes meie maailmapildile ühtsuse, mis ületas kõik senised ootused». Aatomifüüsika meenutab meile tema arvates situatsioonide sarnasust kogemuse kirjeldamise ja käsitamise suhtes kaugel väljaspool füüsika piire. Kuid Bohri tõlgenduses ei tähenda see füüsika mõistete (füüsika keele) lihtsat rakendamist teistes valdkondades, vaid aitab välia selgitada neis kasutatavate uurimisvõtete ühiseid jooni. Siin ilmneb mitte enam lingvistiline, vaid metodoloogiline lähenemine teadmiste ühtsuse probleemile. Selle alust näeb Bohr «meie analoogilises positsioonis kogemuse analüüsi ja sünteesi suhtes eraldiseisvatena näivate teadusharudes».

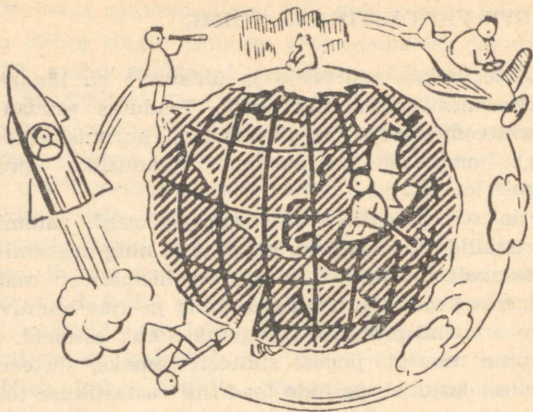
TEADUSTE VASTASTIKUNE TOIME

Tendents teadmiste sünteesile ja ühtsusele on tänapäeva teaduse arenemise iseloomulik joon. Teaduses asuvad tähtsale kohale süsteempärased, struktuurilised uurimismeetodid, sünteetiline, kompleksne lähenemine teaduslike probleemide lahendamisele.

Materia struktuurilised tasemed (osakesed, aatomid, molekulid, kristallid, makroehad, galaktikad ning orgaanilises maailmas vastavalt molekulid, rakud, organismid) on materiaalsed objektid, mis kujutavad endast ruumis ja ajas toimuva materia ühtse arenemisprotsessi sõlmpunkte ehk astmeid. Ja nende tunnetamine muutub järjest sünteetilisemaks, süsteempärasemaks, sellest kujuneb paljude teaduste vastastikuse toime protsess. Näiteks elusorganisme uurib mitte ainult bioloogia, vaid ka füüsika, keemia jne.; Maad uurivad geoloogia, geograafia, geofüüsika, geokeemia jt.; kosmose uurimisega tegelevad astronoomia, astrofüüsika, astrobotaanika, kosmosebioloogia jt.

Teaduste dialektiline seos ilmneb kujukalt Maa uurimisel. Teadus Maast on keeruline kompleks teadustest, mis uurivad meie planeeti, selle kuju, maakera evolutsiooni, planeedi sise-must, maakoort, ookeane ehk veesfääri ning atmosfääri kuni ionosfäärini välja. Sel viisil grupeeruvad teadused Maa sfääridest, planeedi omadustest ja Maal toimuvatest protsessidest. Need ühendavad eri distsipliine, millel on üks ühine uurimisobjekt — maakera.

Selleks et arendada ja täiustada geoloogiat, on tarvis tunnetada sügavuti Maa struktuuri, mida võib teha vaid geoloogia sihipärasel koostöös geofüüsika ja geokeemiaga. Kui ei tunne seda, mis asub Maa sügavas sisemuses, millised protsessid toimuvad maapõues, ei saa mõista ka maakoore arenemise, samuti maakoore asuvate maavarade tekkimise ja paiknemise seaduspärasusi.



Nüüd me teame, et maakera välissfäär kujunes kogu selle aja vältel, mil arenes Maa, ning et maakoore kujutab endast Maa sügavas sisemuses toimunud ja toimuvate füüsikaliste ning keemiliste protsesside saadust. Teadlasi huvitab nüüd isäranis Maa vahevöö pealne osa, mis asub vahetult maakoore all.

Kõige selle tulemusena tekkis laialdane komplekssete geofüüsikaliste, geokeemiliste ja geoloogiliste uurimiste tsükkel ning plaan ulatuslikuks teaduslikuks pealetungiks maakoore alumistele kihtidele ja Maa vahevöö «mantli» pealistele osadele. See plaan sai nimeks «Ülemine vahevöö ja selle mõju maakoore arenemisele». See plaan kiideti heaks 1960. aasta suvel Rahvusvahelise Geodeesia ja Geofüüsika Liidu XII assambleel.

Praegu on mitmesugused teadused Maast saavutanud juba niisuguse taseme, kus on muutumas järjest aktuaalsemaks meie planeedi kompleksne uurimine. Tulevane ühtne Maa-

teooria peab ühendama endas kõiki teadmisi nii välistest geosfääridest — hüdroosfäärist, atmosfäärist, ionosfäärist ja muudest ülemistest kihtidest — kui ka vahepealsetest kihtidest ehk tahketest geosfääridest — maakoorest, ülemisest vahevööst — ja lõpuks Maa sisemistest osadest — sisemisest vahevööst, tuuma välimisest osast ja tuuma südamikust.

Praeguste teadusalaste teadmiste arenemine viib välja sel- leni, et ühelt poolt toimub teaduste diferentseerumise protsess, teiselt poolt aga tekivad sünteetilised distsipliinid, mis ühen- davad pealtnäha kokkusobimatuid teadmialasid.

Tänapäeva teaduse sünteseerumistendentsi, teadmiste üht- suse tendentsi olulisemaid avaldumisvorme on küberneetika tekkimine ja arenemine. Küberneetika tähtis praktiline panus seisneb selles, et ta on välja töötanud süsteemipärase, üldistatud lähenemisviisi kvalitatiivselt erinevatele objektidele — masi- natele, elusorganismidele ja inimühiskonnale. See aitab lähen- dada üksteisest kaugeid teaduslikke distsipliine, saada jagu teadmiste lõputu diferentseerumise stiihiast ning muuta kõik teaduse mitmekesised komponendid terviklikuks sulamiks.

Küberneetika tekkimine osutus võimalikuks tänu sellele, et erinevates tegelikkuse objektides avastati mõningaid ühiseid külgi ja omadusi. Küberneetika poolt uuritavate kvalitatiivselt erinevate objektide funktsioneerimises ja tegevuses ilmnev sarnasus ja ühtsus iseloomustab maailma materiaalse ühtsuse olulist aspekti ja nimelt juhtimise ja informatsiooni andmise protsesse.

Küberneetika nimetus ise, mis tuleneb kreeka sõnast «kiber- nētēs» (tüürimees, juht), väljendab selle teadusharu spetsiifilist uurimisobjekti, mille moodustavad masinate, loomade ja ini- meste kui isejuhtivate süsteemide tegevuses ilmnevad ühised jooned.

Mistahes juhtimisprotsessidele on iseloomulik teatud süs- teem, mis koosneb üksteisega ja väliskeskkonnaga vastastikus

toimes olevatest elementidest; seejuures toimub süsteemi isereguleerimine, isejuhtimine informatsiooni, s. o. kõikvõimalike väliskeskonna muutuste kohta käivate teadete ja signaalide vastuvõtmise, ümbertöötamise ja edasiandmise alusel.

Küberneetika rajaja Norbert Wiener nimetas küberneetikat teoreetiliseks juhtimise ja side valdkonnaks. Selle teaduse rakenduslikke aspekte võib leida mistahes uurimisvaldkonnas — tehnikas ja bioloogias, füüsikas ja sotsioloogias, s. o. küberneetikaseadusi võib rakendada mitmesugustest materia liikumisvormidest osavõtvate objektide suhtes. Selle teaduse teoreetiliseks sisuks on üldine juhtimisteooria, mis põhineb informatsiooni säilitamisel, ümbertöötamisel ja edasiandmisel.

Kõikides protsessides ja objektides, millega tegeleb küberneetika, eritleb ja uurib ta üht külge — juhtimist. Nii masinates, organismides kui ka inimkollektiivides huvitab küberneetikat juhtimine, informatsiooni edasiandmine, säilitamine ja ümbertöötamine, mis tagab ühtede või teiste süsteemide isereguleerimise, iseorganiseerimise protsessi. Seejuures uurib küberneetika seda juhtimisele ja sidele omast üldist, mis on masinas, organismis ja muudes juhtimissüsteemides.

Vahel avaldatakse kartust, et küberneetika oma seaduste üldise iseloomu tõttu pretendeerib filosoofia kohale. Küberneetika kui teadus baseerub matemaatika, matemaatilise loogika, informatsiooniteooria, elektroonika ja automaatika saavutustel. Küberneetika uurimisobjekte (nii nagu filosoofia omasidki) leiame elusas ja eluta looduses, tehnikas, ühiskondlikes protsessides ja teadvuse sfääri kuuluvates nähtustes. Kuid küberneetika ja materialistlik dialektika ei asenda mingil määral teineteist ega vastandu teineteisele. Küberneetika ja materialistliku dialektika aine on erinev ning vastavalt sellele on erinevad ka nende seaduspärasuste avaldumise sfäärid ja need seaduspärasused ise.

Dialektika seaduste järgi areneb kogu objektiivne maailm.

Dialektika seadused hõlmavad kõiki looduses, mõtlemises ja ühiskonnas esinevaid vastastikuse toime liike. Erinevalt dialektikast uurib küberneetika ainult nende objektide vastastikuse toime seadusi, mis kujutavad endast juhtimissüsteeme. Sellised objektid eksisteerivad mitmesugustes liikumisvormides. Ent maailmas on ka selliseid protsesse ja vastastikuseid toimeid, mis ei ole küberneetika uurimisobjektiks. Nii nagu iga teine spetsiaalne teadus, areneb ka küberneetika seda viljakamalt, mida kindlamalt ta on seotud dialektikaga.

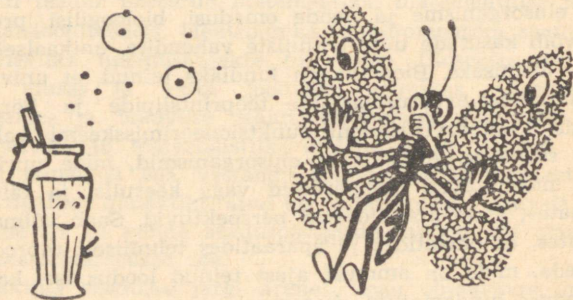
Katsed kasutada küberneetika arenemist mehhanistlike vaadete kinnitamiseks, inimese ja masina abstraktseks samastamiseks ning inim mõtlemise võimaluste madaldamiseks on nurja läinud. Just nimelt dialektika, mis uurib materia liikumise kõige üldisemaid seadusi ja materia liikumise mitmesuguste vormide seost, võimaldab ära määrata juhtimisprotsesside üldisi omadusi uuriva küberneetika koha kaasaegse teaduse süsteemis. Teiselt poolt aitab küberneetika sünteesiv sisu realiseerida seda teaduste kõrgeimat sünteesi, mis saavutatakse tänu dialektilise tunnetusmeetodi rakendamisele.

Tänu teaduslikule progressile ja teaduse varustamisele uusima eksperimentaaltehnikaga sündis hiljaaegu bioloogia ja tehnika kokkupuutepunktis uus teadusharu — bioonika. See uurib elusorganisme ja nende omadusi, bioloogilisi protsesse, mida võib kasutada uute tehniliste vahendite, unikaalsete aparatuuride loomiseks. Bioonika on kindlaks teinud, et universaalsete automaat-arvutusmasinate tööprintsipiide ja kõrgemate loomade kesknärvisüsteemi funktsioneerimisskeemi vahel on teatud sarnasus. Asjaolu, et elusorganismid, mida uurib bioloogia, meenutavad omapäraseid väga keerulisi ja täiuslikke «aparaate», avab grandioossed perspektiivid. Saab võimalikuks masinates, automaatides ja aparatuurides tehniliselt reprodutseerida seda, mida on ammust ajast teinud loodus ise, kasutada ära looduse hindamatuid «kogemusi».

Evolutsiooni ja muutuvate tingimustega kohanemise käigus on mõnedel loomad arenenud miniatuurne töökindel isereguleeriv tundlik aparaat. Näiteks on õnnestunud kindlaks teha, et harilikul rohutirtsul on «üliabsoluutne» kuulmine. Oma «kõrvadega», mis asuvad esijalgadel, võib ta kolossaalse täpsusega avastada heliallika.

Mõnedel liblikaliikidel on ülipeen haistmine: nad on võimelised ära tundma pisimagi aineosakese olemasolu õhus. On välja arvatud, et isegi üksainus molekul mingit ainet ühes liitris ei jää liblikale märkamata. Samuti on kindlaks tehtud, et odasaba (limulus) silmal on täiesti unikaalne võime tugevdada kontrasti nähtava objekti kontuuride ja kujutise fooni vahel. Selle võime sisemine struktuur seisneb selles, et odasaba liitsilma nägemisnärv (mis tajuvad suhteliselt eredat valgust) pidurdavad nende võrkkesta elementide signaale, mis tajuvad suhteliselt ähmast valgust.

On arusaadav, kui suur on vajadus selliste tundlike aparatuuride järele seoses kosmose vallutamisega, raadioelektronika ja televisiooni arenemisega ning selliste väikesemõõduliste aparatuuride konstrueerimisega, mis registreerivad ülinõrku akusti-



lisi, elektrilisi, magnetilisi ja muid nähtusi. Nende ülesannete lahendamise teel on esimesed edusammud tehtud. Näiteks on valmistatud aparaat «Meduusi kõrv», mis võib nii nagu tema looduslik prototüüpki fikseerida tormi lähenemist hulk aega enne selle puhkemist. Käsil on tööd «Limuluse silma» nimelise aparaadi konstrueerimisel, mis võimaldab tugevasti suurendada kujutise kontrastsust televisioonikaameras. Uurinud pingviini «kõnnakut», löid teadlased ja konstruktorid masina, mis liigub koheval lumel 50-kilomeetrise tunnikiiirusega.

FILOSOOFIA JA LOODUSTEADUSE LIIT

Teaduste sünteesi tulemuseks on uute teaduslike mõistete tekkimine ja senitundmatute looduseaduste tunnetamine. Teaduslikud mõisted, kategooriad ja seadused on tunnetuse astmed, mida mööda inim mõistus tungib asjade varjatud, «intiimsesse» olemusse. Need on asjade olemuse «täievolvilised esindajad» tunnetuses. Olenevalt loodusteaduste saavutustest, loodusteaduste vajadustest ja raskustest võib kerkida esiplaanile ülesanne välja töötada need või teised filosoofilised kategooriad. Näiteks 19. ja 20. sajandi vahetusel oli selliseks mõisteks, mis koondas enda ümber põhilised gnoseoloogilised probleemid ja filosoofilise võitluse, materia kategooria, 20. sajandi 20—30-ndail aastail põhjuslikkuse kategooria ning 50-ndail aastail kategooriad, mis peegeldavad materiaalsete objektide struktuuri.

Siit võib näha, kuivõrd tähtis on filosoofia ja loodusteaduse liit, kuivõrd tähtis on töötada nende kokkupuutepiiril läbi loodusteaduse filosoofilised küsimused. Need uurimused aitavad üldistada ja lahti mõtestada uusi avastusi, analüüsida peamiste loodusteaduslike mõistete sisu ja osatähtsust ning määrata kindlaks uutele teadmistele, enneolematutele tulemustele viivate otsinguprobleemide lahendamise teed.

Oma üldistava iseloomu tõttu võib filosoofia oma üldiste kategooriate abil fikseerida kokkusurutud, sünteetilises vormis spetsiaalteaduste poolt talletatud kogemusi ja teadmisi. Materialistlik dialektika tekkis ja arenes kui tohutult rikkalike inimteadmiste — filosoofiliste, loodusteaduslike ja ühiskonna-teaduslike teadmiste süntees. Sel alusel täiustub dialektika ka edaspidi ning kasvab tema metodoloogiline osa kaasaegses teaduslikus tunnetuses.

Filosoofia ja loodusteaduse liit ei sarnane «tehingabieluga». See ei eelda viljatut «suhete klaarimist», vaid viljakat koostööd üldteaduslike probleemide lahendamisel. Sellel filosoofia ja loodusteaduse koostööl on objektiivne alus: ühised uurimisobjektid, vajadus täiustada tunnetusvorme ja -meetodeid, otsida uusi teid tõe tabamise vastuolulises protsessis.

Loodusteadlaste teaduslik tegevus on juba sisult selline, et ta sunnib tõstatama filosoofilisi probleeme. Eksperimentaalmaterjali läbi töötades ning seadusi ja matemaatilisi printsiipe formuleerides peavad loodusteadlased saadud fakte teoreetiliselt põhjendama, teatud järeldusi tegema ja nii- või teistsuguseid hüpoteese püstitama.

Sellega on paljuski seletatav, miks sellised silmapaistvad välismaa füüsikud nagu L. Boltzmann, N. Bohr ja A. Einstein on filosoofia vastu sügavat huvi tundnud ja filosoofiliste teadmiste arendamisest vahetult osa võtnud. Loodusteaduse filosoofilisi probleeme on dialektilise materialismi seisukohtadest lähtudes aktiivselt uurinud silmapaistvad teadlased S. Vavilov, F. Joliot-Curie, A. Joffe ja P. Langevin. Nad on rõhutanud filosoofiliste üldistuste, filosoofilise prognoosimise tähtsust loodusteaduse arenemises.

Kui räägitakse, et filosoofilised ideed on leidnud kinnitust loodusteaduslikus eksperimendis, ei tähenda see muidugi-mõista, et filosoofiline ettenägemine peab täpselt kätte näitama mingi avastuse koha ja aja. Filosoofiline prognoos pole

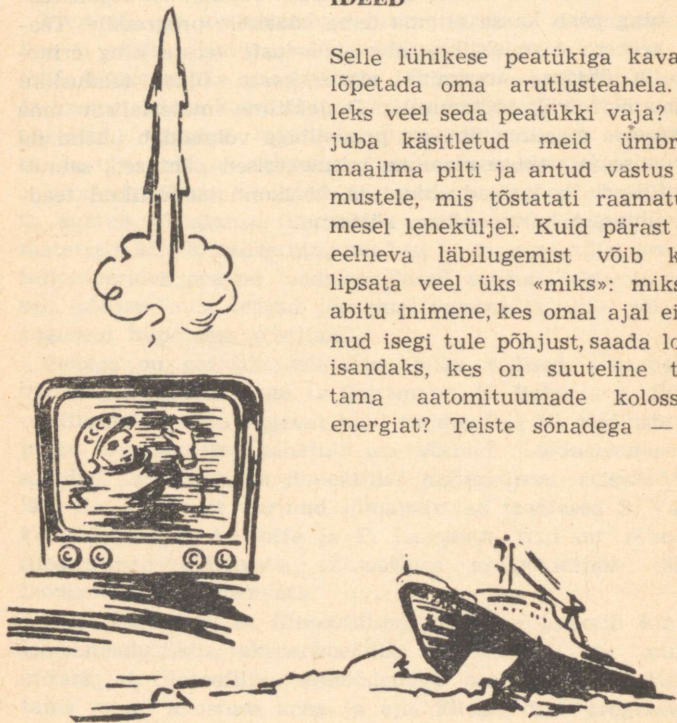
muukraud, mille abil võib tõdede aita sisse murda. See aga ei vähenda tähtsust, mida omab filosoofia teaduslike otsingute, tunnetusviiside ja -vormide täiustamise vahendina.

Seega on teadusalaste teadmiste süntees ja ühtsus, mida tingib maailma materiaalne ühtsus, inimkonna vaimse progressi tähtsamaid tulemusi, loodusteaduse pikaajalise arenemise ning maailma religioosse ja idealistliku «kahestamise» vastu peetud võitluse saavutus. See ühtsus sündis loodusteaduse rüpes ning peab kaasa aitama tema edasisele progressile. Teaduste arenemise objektiivse aluse, teaduste seoste ning erinevuste ja ühtsuse uurimine aitab kaasa ühtse teadusliku maailmapildi väljatöötamisele. Dialektiline materialism oma universaalse maailma ühtsuse printsiibiga võimaldab ühendada materiaalse ja vaimse maailma mitmekesised nähtused, samuti filosoofilised, loodusteaduslikud ja ühiskonnateaduslikud teadmised ühtsesse harmoonilisse süsteemi.

«HULLUMEELSETE» IDEEDE OTSINGUIL

PROGRESS JA «HULLUMEELSED» IDEED

Selle lühikese peatükiga katvame lõpetada oma arutlusteahela. Mil-
leks veel seda peatükki vaja? On ju
juba käsitletud meid ümbritseva
maailma pilti ja antud vastus küsi-
mustele, mis tõstatati raamatu esi-
mesel leheküljel. Kuid pärast kõige
eelneva läbilugemist võib keelele
lipsata veel üks «miks»: miks võis
abitu inimene, kes omal ajal ei tead-
nud isegi tule põhjust, saada looduse
isandaks, kes on suuteline taltsu-
tama aatomituumade kolossaalset
energiat? Teiste sõnadega — miks



osutusid võimalikuks imetlusväärased avastused, mis kinnitavad inimõistuse võimsust ja vägevust?

Sellele küsimusele vastamiseks oleks vaja kümneid kõiteid teaduslikke raamatuid. Ent proovime siiski kergitada pisut katet sellelt, «kuidas see käib», ning heita pilku teadlase loomingu- lisse laboratooriumi.

Tänapäeva teadusel on rikkalikult andmeid looduse arene- misest. Avastused, mida tuleb jõudsalt juurde teaduse sellistes «kasvupunktides», nagu «elementaarosakeste» füüsika, mole- kulaarbioloogia, küberneetika ja astrofüüsika, on rikastanud materialistlikku loodusekäsitust ja toonud päevavalgele paljud looduse saladused. Alles käesoleva sajandi alguses näisid ini- mese kosmoselennud, aatomikütusel töötavad elektrijaamad ja malet mängivad masinad olevat teostumatud unistused, imed, fantastide ajusünnitised. Nüüd on see kõik tegelikkus. «Kahe- kümnes sajand,» tähendas ükskord A. Einstein, «on imede käest põgenemise ajastu.» See, mis hiljaaegu oli «ime», muutub igapäevaseks ja harjumuspäraseks, sööbib kindlalt meie iga- päevasesse ellu, tehnikasse ja olustikku.

Millise hinnaga aga saavutatakse see vabanemine imedest, olemise saladuste avastamine? Lühidalt öeldes: tänu inimkonna vaimujõu kolossaalsele pingutusele. Julged teaduslikud otsin- gud viivad uutele avastustele, revolutsioonidele loodusteaduses. Nendel teadusliku «tormi ja tungi» perioodidel varisevad kokku vanad, juurdunud printsii- bid ja kujutlused ning nende asemele tulevad uued, mis peegeldavad objektiivset maailma hoopis täpsemalt. Need uued ideed ja printsii- bid näivad oma uudsuse ja ebatavalisuse tõttu vanade, «normaalsete» kujutluste kõrval sageli «hullumeelsetena», arututena.

Teaduse ajalugu näitab, et sedamööda kuidas areneb meid ümbritsev maailm ja süvenevad inimteadmised, tekib mitte- vastavus vanade mõistete ja kujutluste, senise loodusteadusliku maailmapildi ning uute avastuste ja loodusnähtuste vahel.

Vanade mõistete ja uurimisviiside ahenemise ja kadumise ning uute tekkimise protsess kui liikuva mateeria omaduste ja seaduspärasuste sügavama tunnetamise tulemus on teaduse progressiivse arenemise vältimatu tingimus. Selles protsessis on suhteliselt rahulike perioodide kõrval, mil vanad mõisted ja printsiibid rikastuvad uue sisuga, selliseid perioode, kus vanad kujutlused äkitselt kokku varisevad ja «hullumeelsed» ideed sünnivad.

Näitena võib tuua heliotsentrilise maailmasüsteemi avastamise Koperniku poolt 16. sajandil. Esialgu tundus see «arutuna», sest ta lükkas ümber kujutluse Maast kui universumi keskpunktist (Ptolemaiose geotsentriline süsteem), mis oli valitsenud ligemale poolteist aastatuhandet ja mida toetas kirik. Koperniku õpetus põhjustas murrangu kujutluses maailmaruumist, see oli Engelsi sõnade järgi revolutsiooniline akt, mis teoloogia erru saatis. See avastus sai võimsaks tõukeks loodusteaduste progressis.

Samasugust stiimuli osa etendasid loodusteaduse arenemises 19. sajandi silmapaistvad avastused: energia jäävuse ja muundumise seadus, taime- ja loomariigi rakuline ehitus, Darwini evolutsiooniteooria, Mendelejevi keemiliste elementide perioodilisuse süsteem, Maxwelli elektromagnetismi teooria jt. Kõik need avastused andsid harjumuspärase, juurdunud vaadete süsteemi annuse «hullumeelsust», veidraid ideid, ilma milleta oleks mõeldamatu teadusalaste teadmiste progress.

Nagu eelmistes peatükkides märgitud, osutusid tavalise «terve mõistuse» vaatevinklist veelgi «arutumaks» ja paradoksaalsemaks 20. sajandi teaduslikud teooriad — relatiivsusteooria, kvantmehaanika ja «elementaarosakeste» füüsika. «Hullumeelsuse» rünnakud, mida põhjustas nende teooriate arenemine, kummutasid kujutlused mehaanilisest eestrist, tegid kindlaks fakti, et kui kehad liiguvad suure kiirusega, siis ajakulg aeglustub ja pikkused vähenevad ning et mõningates

mikroprotsessides on võimalik aja tagasipöördumine (aja kulgemine tulevikust minevikku), ja andsid hoobi vana füüsika traditsioonilistele formaalloomilistele vahenditele.

Selles avaldub tänapäeva teadusalaste teadmiste arenemise tähtis iseärasus. See seisneb selles, et uus samm edasi, igasugune saavutus nõuab «ohvraid» — lahtiütlemist klassikalistele teooriatele omasest piltlikkusest ja ühetähenduslikkusest ning uute, originaalsete kujutluste läbitöötamist. Välismaailma «veidruste» seletamiseks otsivad teadlased üha sagedamini kummalisi, paradoksaalseid ideid. Summeerides neid teadusalaste teadmiste arenemise iseärasusi, formuleeris Bohr 1958. aastal teadusliku tõesuse tähtsa tingimuse: «Et muutuda õigeks, peab uus teooria olema küllalt «hullumeelne», s. o. ta peab erinema eelmisest teoriast ääretu uudsuse ja paradoksaalsusega.»

TÕDE JA SKEPTITSISM

Seda laadi ideede ja teooriate väljatöötamises etendavad olulist osa kahtluse ja skeptitsismi elemendid. «Kahtluse» meetodil on pikk ajalugu seljataga. Idealistid kasutasid seda selleks, et kahelda objektiivse maailma olemasolus ja tõestada selle tunnetamatust. Seevastu 17. sajandi prantsuse filosoof-ratsionalist Descartes kasutas seda meetodit päevselgete, usaldusväärsete tõdede kätteleidmiseks.

Teadusliku tunnetuse progress pole võimalik ilma skeptilise suhtumiseta dogmadesse, «lõplikesse» tõdedesse. Oletagem hetkeks, et Lomonossov poleks kahelnud usudogma «kõik tekib jumala tahtel mitte millestki» vankumatuses. Vaevalt et ta oleks siis aine jäävuse seadust avastanud. Või kui näiteks Einstein oleks pidanud lõplikult tõseks klassikalise mehaanika printsiipi, et valguse kiirus on lõpmatu, poleks ta suutnud välja töötada relatiivsusteooriat.

Kui Marxi käest küsiti, mis on tema lemmikloosung, vastas ta: «Kahtlen kõiges.» Dialektika sisaldab skeptitsismimomenti, kuid ei redutseeru kõige eelneva lihtsale eitamiseks. Mitte lihtne skeptiline eitamine pole dialektikas oluline, vaid selline eitamine, mis jaatab positiivset.

Ilma skeptitsismi elementideta pole võimalik mingi tunnetusprotsess, mingi loov tegevus ega uurimistöö. Muidugi mõista ei saa praegugi teaduses mööda minna näiteks koolifüüsika seadustest. Kui aga sellele peatuma jääda, võttes neid «viimase instantsi» tõdedena, pole võimalik orienteeruda makro- ja mikro maailma keerulistes seaduspärastest.

Selline situatsioon kutsub esile skeptilise suhtumise senistesse vaadetesse, kehtestab vanade kujutluste suhtes «keelud» ja «kit-sendused». Siit siis johtubki, miks mõnede välismaa teadlaste hulgas on muutunud populaarseks võrrelda füüsikut-teoreetikut «intellektuaalse politseinikuga», kes rohkem keelab kui lubab midagi teha. Tuntud ameerika füüsik Arthur Compton on tul-



nud isegi sellisele järeldusele: «Füüsikust saab inimene, kes mitte niivõrd tunneb uhkust maailmaruumi vallutamise üle, kuivõrd taltub raskuste ees, mis on seotud maailmaruumi mõistmisega.»

Kuid asjade tegelik seis on hoopis optimistlikum. Pessimism teaduses on loomingulisest skeptitsismist niisama kauge kui seisev järv mägiõekesest. Neid «keelde» ja «kitsendusi», mis ilmnevad tänapäeva füüsikateooriates, ei saa võtta tunnetuse piirina, nagu seda on Kanti «asi iseeneses», mis on inimmõistusele kättesaamatu. Vastupidi — need on hädavajalikuks tingimuseks, et lahti öelda vananenud kujutlustest ja arendada uusi teooriaid.

Asi on selles, et uut nähtusteringi uurides oleme algul sunnitud kasutama vanu, harjumuspäraseid mõisteid. Kuid seda-mööda kuidas tekivad uued, täpsemad mõisted, lähevad vanad kujutlused «keelu» ja «kitsenduste» alla. Need näitavad, et varasem hüpotees on kas ekslik või rakendatav ainult kitsa nähtusteringi suhtes. Siis seisab teadlaste ees ülesanne luua uusi hüpoteese, mõisteid ja teooriaid, mis tagavad inimteadmiste edasise progressi, looduse seaduspärasuste adekvaatsema tunnetamise. Selles protsessis muutuvad «keelud» ja «kitsendused» teadmiste lahutamatuks kaaslasteks.

TUNNETUS JA PILTLIKKUS

20. sajandi teaduslik tunnetus on toonud päevavalgele mõnimgad tänapäeva teaduse arenemise iseärasused, mida ei esinenud eelnenud ajastutel. Need on tingitud eelkõige eksperimentaaltehnika kolossaalsest täiustumisest ja «abstraktse», «matemaatilise alge» kasvust, sellest, et asjade olemus «libiseb käest», kuna asjad ei ole otseselt tajutavad ning süveneb vastuolu objektide välise nähtumuse ja nende varjatud, «intiimse» olemuse vahel.

Makroskoopilise maailma uurimisel talletatud harjumuspäraste kogemuste vaatevinklist ebatavalistena tunduvate mikro- ja megamaailma objektide lülitumise tõttu tunnetusfääri muutub ja komplitseerub vältimatult subjekti osa, kuna ta sekkub aktiivselt üksteist vastastikku mõjutavate objektide süsteemi. Näiteks ei luba kvantnähtuste tunnetamise spetsiifika sellist subjekti ja objekti absoluutset mehaanilist lahusheidmist, mis oli iseloomulik klassikalisele füüsikale. Muidugi mõista säilib ka siin selle vastastikuse toime põhimõtteline alus — objekti primaarsus ja subjekti sekundaarsus, kuid muutub ja paigutub ümber nendevaheline piir.

Praegu on tänu füüsika, küberneetika, arvutustehnika ja matemaatilise loogika tormilisele arenemisele tugevnenud teadmiste matematiseerumise tendents ja laienenud matemaatiliste meetodite rakendussfäär.

See protsess algas 19. ja 20. sajandi vahetusel. Füüsika üleminek keeruliste mikromaailma nähtuste uurimisele oli seotud sellega, et klassikalist mõtlemistüüpi koos selle piltlike füüsikaliste kujundite ja mudelitega hakkas välja tõrjuma uus mõtlemistüüp — mõtlemine matemaatiliste abstraktsioonide, konkreetsete ülesannete lahendamise matemaatilise meetodi abil.

Füüsika ja matemaatika lähenemine, eksperimentaalse ja matemaatilise uurimismeetodi vastastikune seos, teadmiste sisulise ja vormilise aspekti ühtsus etendavad tähtsat osa teaduse arenemises ning annavad tunnistust teaduse progressist. Paljud teaduslikud avastused on tehtud matemaatiliste hüpoteeside alusel, mille õigsust on hiljem kinnitanud ekperiment (näiteks planeedi Neptuuni, mitmete elementaarosakeste — positroni, mesoni, neutriino jt. avastamine). Teaduste matematiseerumist, «lähenemist sellistele homogeensetele ja lihtsatele mateeria elementidele, mille liikumise seadused lubavad matemaatilist töötlemist», pidas V. I. Lenin loodusteaduse suureks edusammuks.

Sellistes tingimustes kaob paratamatult meeleline piltlikkus ning vastavalt sellele toimub teaduse keele edasine täiustumine ja vabanemine «antropomorfismist». Tänapäeva teaduslike teooriate abstraktses loogilis-matemaatilises vormis on šifreeritud inimkonna poolt talletatud tohutu hulk konkreetseid teadmisi maailma kohta.

TUNNETUS JA INTUITSIOON

Esimesel pilgul võib tunduda, et abstraktse mõtlemise osatähtsuse kasv ja teadmiste matematiseerumine tähendab psüühiliste, emotsionaalsete elementide kadumist. Kui asi nii oleks, oleksid teaduslikud otsingud ja otsingumeetodid võinud redutseeruda loogikavahendite, formaalse seaduste- ja kateooriateaparaadi mehaaniliseks rakendamiseks. See oleks olnud niisama hea kui teadlase mõistuse muutumine elektron-arvutusajuks.

Inimese teadvus ei peegelda välismaailma passiivselt, nagu peegel, vaid kujundab seda aktiivselt ümber, loob seda. Enne kui teadlane, arhitekt või konstruktor hakkab ehitama mingit aparaati või hoonet, tekib tema peas ideaalne kujund, projekt, mis hiljem kehastub ainelistes, materiaalses esemetes. Nendes kujundites on alati oma «raasuke fantaasiat».

Siit tuleneb teatud raskus tunnetuses, võimalus seda vääralt tõlgendada. Kui nendes abstraktsioonides leiduvaid «fantaasia-raasukesti» ühekülgselt suureks puhuda, absolutiseerida, kujutada ette «maja» üldse, «inimest» üldse mitte kui konkreetsete esemete üldistatud peegeldust, vaid kui midagi reaalses majade ja inimeste kõrval iseseisvalt eksisteerivat, siis võib välja jõuda selleni, et tunnistatakse materiaalsest lahtirebitud teadvuse iseseisvust ning seejärel teadvuse iseliikumist ja primaarsust materiaalse suhtes. «Inimese tunnetuse kahestumine

ja idealismi (= religiooni) võimalikkus on *antud* juba esimeses, elementaarses abstraktsioonis,» kirjutas V. I. Lenin.

Nagu näha, on olemas hullumeelsed ja «hullumeelsed» ideed. «Fantaasiaraasukeste» abil võib välja jõuda tõepoolest hullumeelsete kujutlusteni (vastupidisteni nendele, millest rääkis Bohr), mis eitavad välismaailma objektiivsust ja tunnistavad vaid omaenda «mina» eksistentsi. Nagu eespool öeldud, oli selliste kujutluste kammitsais subjektiivne idealist Berkeley. Tema seisukohti kritiseerides ütles prantsuse filosoof-materialist Diderot teravmeelselt: «Oli selline hullumeelsuse hetk, kus klaver kujutas ette, et ta on maailmas ainueksisteeriv klaver...»

Reaalne tunnetusprotsess sisaldab endas teadlase «fantaasiaraasukesti», psüühilisi elemente, keerulist tundmuste ja elamuste gammat. Sageli on nii, et tähtsatele ideedele ja avastustele ei tule teadlane laua taga istudes ja keeruliste abstraktsioonide ja valemite üle mõtiskledes. Näiteks N. Bohri tuli aatomituuma «vedelikutilga»-mudeli idee pähe siis, kui ta paduvihmas jalutas. Ta pani tähele, kuidas kõva tuuleil suured vihmapiisad pooleks rebis. Teadlane oletas, et niimoodi võivad jaguneda ka aatomituumad.

Teaduslik looming, uute avastuste otsingud pole võimalikud, kui ei kasutata selliseid väljaspool loogikat seisvaid vahendeid nagu kujutlus, intuitsioon, fantaasia. See loobki võimaluse töötada välja paradoksaalseid, «hullumeelseid» ideid, mis rebivad end välja vanade, harjumuspäraste loogikaliste süsteemide kitsastest raamidest ja hoiatavad mõtlemise «bürokratiseerumise» eest.

BOHRI LOOMINGUMEETOD

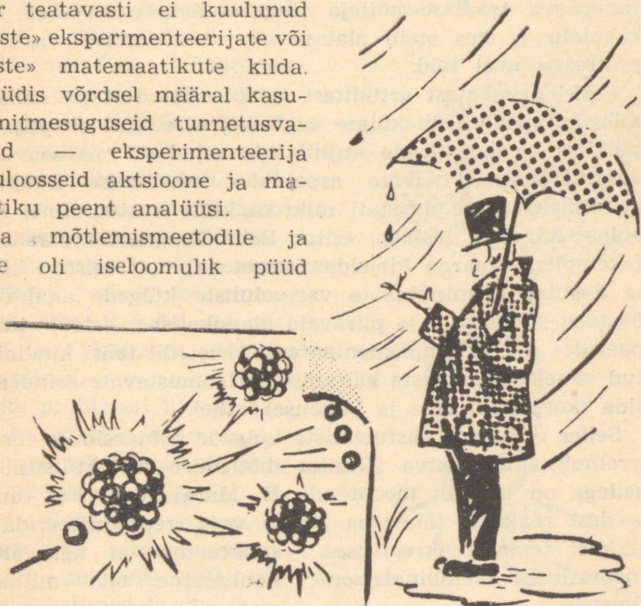
Tänapäeva teadusliku mõtlemise stiili ja iseärasuste mõistmise seisukohalt pakub suurt huvi kaasaja silmapaistva teadlase Niels Bohri (1885—1962) teadusliku loomingu analüüs.

Tema teened tänapäeva füüsika arendamisel on üldtuntud. Bohr oli esimene, kes rakendas kvantideid elektronide liikumise iseloomustamisel ja arvutas välja aatomi mõõtmed. Ta andis olulise panuse kvantmehaanika väljatöötamisse ja aatomituumade jagunemise mehhanismi uurimisse.

Bohr oli suur mõtleja. Tema tegevus näitab, kui sügavalt on filosoofilised ideed tänapäeva füüsikasse tunginud. Kvantfüüsika arenemise pöördemomentidel esitas ta omapäraseid metodoloogilisi ideid (vastavuse printsiip, komplementaarsuse meetod jt.) tekkivate tunnetusteoreetiliste raskuste lahendamiseks.

Bohr teatavasti ei kuulunud «puhaste» eksperimenteerijate või «puhaste» matemaatikute kilda. Ta püüdis võrdsel määral kasutada mitmesuguseid tunnetusvahendeid — eksperimenteerija skrupuloosseid aktsioone ja matemaatiku peent analüüsi.

Tema mõtlemismeetodile ja stiilile oli iseloomulik püüd



leida parajat sõna selle kohta, mis on võõras, arusaamatu ja seetõttu raskesti väljendatav. Võimalik, et sellepärast olid tema lemmikmärkideks \approx (umbes võrdne) ja \gg (palju rohkem).

Oma õpilastega vesteldes kordas Bohr sageli: «Ühtki minu mõtteavaldust ei maksa võtta kui väidet, probleemi lahendust, vaid kui küsimust, kahtluseavaldust.» Esinedes 1961. aasta maikuus Moskvas NSV Liidu Teaduste Akadeemia Füüsika-probleemide Instituudis, ütles ta: «Ma olen alati olnud selle vastu, et teha «lõplikke ja kindlaid» otsustusi. Ma olen arvanud, et küsimust tuleb hoida ebamäärases olekus ja et kunagi ei tohi maha jätta huumorimeelt.» Nendes sõnades avaneb tänapäeva teadlase-mõtteleja tüüp, kellele on võõras enesega rahulolu ja kes otsib alatasa tõe tunnetamise vastuolulises protsessis uusi teid.

Bohri arvukatest artiklitest ja sõnavõttudest on näha, et ta mõistis mistahes ühekülgse analüüsi protseduuri ebapiisavust ja püüdes harmoonilisele kujutlusele asjadest, mis saavutatakse «vastuolulisena näivate aspektide» seostamise kaupa. Kui kvantmehaanikas avastati mikroosakeste vastuoluline, korpuskulaar-laineline loomus, esitas Bohr komplementaarsuse idee («komplementaarne kirjeldamismeetod»), mis seisneb selles, et ta kasutas kvantnähtuste vastuoluliste külgede analüüsimisel üksteist välistavaid ja piiravaid klassikalisi mõisteid «täienduspaaride» näol. Komplementaarsuse meetodil tehti kindlaks teatud vahekord osakeste käitumist iseloomustavate erinevate piltide (korpuskulaarse ja lainelise) vahel.

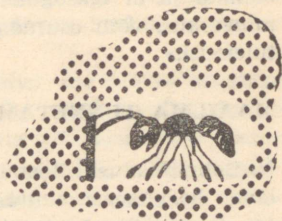
Selles erinevate, vastuoluliste külgede sünteesimise tendentsis avaldub silmapaistva füüsiku mõtlemise dialektilisus. Seoses sellega on kasulik meenutada K. Marxi sõnu, kes tunnetuse teedest rääkides tähendas, et on vaja reprodutseerida tegelikkust tema konkreetsuses, «konkreetne on aga arvukate määratluste kombinatsioon», konkreetne on «mitmekesise ühtsus».

Viis, kuidas Bohr lähenes mitmesugustele probleemidele, oli algusest peale suunatud sellele, et väljendada võimalikult täielikult mitmekesiseid omadusi, mis saavad selgeks hoolika analüüsi teel. See ilmneb näiteks selles, kuidas ta oma artikleid kirjutas.

Kui esimene visand oli valmis, analüüsis ta seda kriitiliselt ning peagi ilmus ridade vahele ohtrasti mahatõmbeid ja parandusi. Siis jättis ta esialgse variandi sinnapaika ja kirjutas teise, mis oli tihtipeale vastupidine esimesele. See teine variant, mis sisaldas mõningaid elemente esimesest, langes lõppude lõpuks samuti kriitilise analüüsi ohvriks ning ta kõrvaldas sellest argumentatsiooni ebatäpsused ja nõrkused.

Probleemi õige lahenduse otsimise palangus meenutas Bohri aju ühe füüsiku sõnade järgi «sipelga tundlaid», mis kombivad järelejätmatult ootamatult esilekerkivaid tõkkeid. Bohr nõudis uurijale piiramatut õigust, mis võimaldaks «tema mõtteil vabalt siia-sinna uidata». Need vahelduvad otsingud — täpsemalt öeldes «mõttepiinad» — haarasid aegapidi probleemi tiheda võrguna, nii et selle mitmesugused küljed võisid vaevalt küll «välja püüdmata» jääda.

Kuid Bohr ei kippunud propageerima sellist «mõttevabadust», mis viib välja lõpututele kahtlustele. Ta kor-



das tihti füüsik Faraday üleskutset: «Töötada, lõpule viia, avalikult teatavaks teha.»

Juba sel ajal, kui Bohr oma aatomimudeli lõi, mõistis ta, et edasiliikumine pole mõeldav ilma «ohvriteta» — ilma lahtiütlemiseta, vananenud kujutlustest. Paradoksaalsete, «hullumeelsete» ideede otsinguil oli ta rohkem kui keegi teine valmis sellisteks «ohvriteks». Diskuteerides Einsteiniga tunnetusteooria probleemide üle aatomifüüsikas, avaldas Bohr sügavalt dialektilise mõtte: «Õppetund, mis me sellest saime, viis meid kindlasti edasi mitte iialgi lõppevas võitluses sisu ja vormi harmoonia eest; see õppetund näitas meile veel kord, et mitte mingisugust sisu ei saa tabada ilma vastavat vormi kaasa tõmbamata ja et igasugune vorm, kuitahes kasulik ta ka polnud minevikus, võib osutada liiga kitsaks selleks, et hõlmata uusi tulemusi.»

MAAILMA TUNNETAMISE TEED

N. Bohri teaduslik looming on üheks näiteks tänapäeva teaduse laval hargnevast suurest «ideededraamast». Selle kollisioonid ja dramaatilised situatsioonid on tingitud harjumuspärase kujutluste ja «hullumeelsete» ideede vältimatust kokkupõrkest. Nii nagu eelmistel ajajärkudel, kõlab ka praegu näitelavalt valus küsimus: olla või mitte olla? Kas inim mõtlemine on suuteline adekvaatselt, täielikult ja täpselt tunnetama «veidrate», «kummaliste» nähtuste maailma või on ta määratud peegeldama neid vanades, mitteadekvaatsetes mõistetes?

Toome sellise võrdluse. Sattunud võõrale maale, peab inimene selleks, et tolle maa inimesi, elu-olu ja tavadid mõista, keele selgeks õppima. Muidugi võib ju ka tõlgi abiga läbi ajada. Kuid isegi pealtnäha kõige täpsem tõlge pole suuteline edasi andma võõra keele omapära ja varjundeid.

Mõned välismaa teadlased arvavad, et inim mõtlemine ja keel

on oma loomult põhimõtteliselt niivõrd makroskoopilised (kohandatud meie tavalisele nähtuste maailmale — makromaa-ilmale), et inimene ei suuda välja töötada aatomite ja elementaarosakeste maailmale vastavaid mõisteid. Nad käsitlevad tunnetusprotsessi kui «kontseptuaalse (mõistete) võrgu väljahitmist» välismaailma. Saak oleneb võrgu muustrist, sellest, kui suured on tehtud võrgu augud. Kuna «augud» (mõisted) on kohandatud vaid teatud kindla saagi püüdmiseks, siis libiseb nii mõndagi võrgust välja, jääb tunnetamata.

Keele makroskoopilise (klassikalise) loomuse, keele antropomorfisuse tõestamiseks tullakse välja sellise argumendiga: «Loodus eksisteerib enne inimest, inimene aga enne teadust loodusest.» Seepärast sisaldavat loodusteadused paratamatult antropomorfismi elemente, nad kirjeldavat loodust «inimese näo järgi».

Siit tehakse näiteks niisugune järeldus: me võime kindlaks teha, et vanad, klassikalise mehaanika poolt väljatöötatud mõisted on ebapiisavad, kuid inimkeele piiratuse tõttu oleme sunnitud kasutama neid alati uute, sealhulgas ka kvantnähtuste kirjeldamiseks. Teiste sõnadega on sellest vaatevinklist asi nii, et isegi kui me oleme võõra maa keele ära õppinud, peame seda kogu aja tõlkima omaenda keelde, kasutama lõppkokkuvõttes ikkagi oma keelt.

Sellest «paradoksist» väljapääsemiseks pakutakse sellist võimalust: ei maksa esitada loodusele küsimusi, millele ta ei saa vastata. Kujutage ette niisugust olukorda. Näiteks küsite välismaalaselts oma emakeeles: «Kuidas käsi käib?» ja saate vastuse, mis on teile arusaamatu. Teile soovitatakse edaspidi selliseid küsimusi mitte esitada. Ent on ka teine võimalus — üritada võõras keel ära õppida. Nähtavasti on sama lugu ka mikromaailma tunnetamisega: ei piisa sellest, kui vaid loobuda «klassikalistest» küsimustest, tarvis on õppida kvantnähtuste «keelt».

Muidugi mõista ei saa inimene tunnetusprotsessi iseendast üle hüpata. Ta annab tunnetatavate objektide kohta käivasse seletusse midagi «inimlikku». Kuid see ei ole takistuseks välismaailma järjest täielikumal ja täpsemal tunnetamisel.

Loodusteaduse vääramatuks eesmärgiks, nagu ütles M. Planck, on «füüsikalise maailmapildi vabastamine antropomorfsetest elementidest». Ja sellel teel on inimõistus võimeline välja töötama järjest adekvaatsemaks muutuva maailmapildi. Seda kinnitab teaduslike mõistete arenemislugu.

Meie igapäevane keel tekkis ja arenes ammu enne füüsikaliste kujutluste tekkimist. See esialgne keel oli paljuski ebataiuslik. Selle «antropomorfisus» avaldas mõju esimestele loodusteaduslikele kujutlustele, kus mitmesuguste materiaalsete nähtuste arvele pandi elujõud ja neid kujutati inimese «näo järgi».

Igapäevase kõnekeele täpsustamisel ning igapäevases elus ja teaduses kasutatavate vaatlus- ja seletusviiside paremaks muutmisel etendas tähtsat osa klassikaline mehaanika. See aitas kõrvaldada keelest teatud annuse «piltlikkust» ning puhastada keelt «antropomorfsetest» elementidest, mis ilmnesis loodusnähtuste hingestamises ja nende mütoloogilises seletamises.

Kuid klassikaline mehaanika polnud viimaseks sammuks teaduses rakendatava kõnekeele paremaks muutmise ja täiustamise teel. Tunnetuse edasise arenemise käigus loobuti näiteks tarvitamast mõistet «mehaaniline jõud» spetsiifiliste nähtuste — elektromagnetiliste, keemiliste, bioloogiliste jne. nähtuste uurimisel. See mõiste oli laenatud inimorganismi elutalitlusest ümbritseva keskkonna suhtes. Tunnistades, et mõiste «jõud» kasutamine mehaanikas on teatud määral õigustatud, oli Engels selle mõiste ülekandmise vastu teistesse valdkondadesse, kuna see oli muutunud kattevarjuks spetsiifiliste seaduspärasuste mittetundmisele. Muuseas märkis ta, et terminit «energia» tuleb eelistada väljendile «jõud» (meenutame seoses



sellega, et energia jäävuse ja muundumise seadus formuleeriti esialgu kui jõu jäävuse seadus).

Teadusliku keele täiustumise protsess jätkus relatiivsusteoorias ja kvantmehaanikas. Relatiivsusteoorias näiteks loodi kujutluse asemel, et ruum ja aeg on kaks ise asja, ühtne mõiste «ruumilis-ajaline intervall». Mõistete «mass» ja «energia» vastandlikkus loovutas koha nende sisemisele ühtsusele, mis väljendub vastastikuse seose seaduses, sest vahel on raske kindlaks teha, kus «lõpeb» mass ja «algab» energia. Kvantmehaanikas asendus laine ja osakese klassikaliste määratluste vastandlikkus uue mõistega «laine-osake».

Need näited demonstreerivad, mis teed mööda kulgeb edaspidigi teaduslike mõistete täiustumise protsess.

Muidugi mõista on klassikalise mehaanika mõisted tavalise keelega rohkem seotud ja inimesele rohkem harjumuspärased kui näiteks kvantmehaanika mõisted. Kuid see ei või olla argumendiks klassikalise mehaanika keele ja tavalise keele vahetamisel, see ei saa tõestada tema paratamatut mak-

roskoopilisust. Mikromaailma mõisted võtavad tavalises keeles üha rohkem maad. Seejuures tuleb arvestada inimese makro- ja mikropraktika ealist vahet. Esimene on kümneid aastatuhandeid vana, teine aga viis-kuus aastakümnet. Arvatavasti muutub «kummaline» mikromaailm aja jooksul mõistetavamaks ja harjumuspärasemaks ning seega lähenevad tema mõisted rohkem tavalisele keelele.

Meie võrdlust jätkates võib öelda, et kui inimene omandab täiuslikult võõra maa keele, pole tal võõramaalase mõistmiseks tarvis tõlkida tema sõnu oma emakeelde. Siin oleneb paljugi sellest, kui võrd hästi võõrkeel käes on. Nii nagu võõrkeel muutub aja jooksul niisama lähedaseks ja mõistetavaks kui oma emakeel, muutub ka kvantnähtuste keel niisama harjumuspäraseks kui klassikalise mehaanika keel.

See, mis oli «hullumeelne», muutub aja jooksul tavaliseks traditsiooniliseks ja juurdub kooliõpikutes. Kuid tunnetusprotsess on lõputu. «Aabitsatõdede» asemele tulevad ideed, mis aitavad loodust täielikumalt ja adekvaatsemalt tunnetada. Miski ei suuda peatada otsingute entusiasmi, juurdlevat inim-mõistust, mis ründab alpinistide kombel uusi mäetippe ning sööstab vastu tõe.

Познер Андрей Романович. МИР ГЛАЗАМИ МАТЕРИАЛИСТА. На эстонском языке. Издательство «Ээсти Раамат», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja E. Marandi. Kunstiline toimetaja L. Kruusmaa. Tehniline toimetaja L. Kann. Korrektor O. Kajando.

Laduda antud 17. IV 1967. Trükkida antud 22. XI 1967. Paber 70×108/32. Trükipoognaid 3,5. Tingtrükipoognaid 4,9. Arvestuspöognaid 5,37. Trükiarv 3000. Tellimise nr. 1160. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk t. 40/42. Trükipaber nr. 2 — Kohila Paberivabrik. Hind 16 kop. 1—5—2.

16 kop.

A-28998

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00313796 7