

Eesti NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

V-38226

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TEGEVLIIGE

J. NUUT

**MEIE TÄNAPÄEVA
TEADMISED MATEERIA
LOOMUSEST**

RK „POLIITILINE KIRJANDUS“ • TALLINN 1948

V - 38226

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TEGEVLIIGE

J. NUUT

MEIE TÄNAPÄEVA TEADMISED
MATEERIA LOOMUSEST

RK „POLIITILINE KIRJANDUS“ TALLINN 1948

Meie tänapäeva teadmised materia loomusest

Päris sageli kuuleme kapitalistlike maade teadlaste poolt väiteid, nagu oleks materialistlik maailmavaade tänapäeva loodusteadusega ümber lükatud. Olles kapitalistide huvide teenistuses, püüavad need teadlased tõlgitseda teaduse uusimaid avastusi sihilikult nõnda, et viia lugejat eksiteele, püüavad tekitada muljet, nagu oleks materjal mingi hoopis kõrvaline tähtsus elus, nagu oleks maailma juhtivaks jõuks mingisugune materiaast „kõrgemal“ seisev vaim. Sääraste targutuste puhtpoliitiline eesmärk on vägagi läbipaistev: kui õnnestuks töötavate rahvahulkade tähelepanu kõrvale juhtida tõelisest elust, mis kogu oma materiaalse olemusega seisab iga mõtleja inimese silmade ees, kui õnnestuks saavutada seda, et rahvahulgad alandlikult kummardaksid mingi „kõrgema vaimu“ ja tema tahte ees, siis vahest need rahvahulgad lepiksid oma viletsa materiaalse olukorraga ja oleksid nõus tunnustama just kapitaliste selle „kõrgema vaimu“ esindajatena maailmas. Neist salakavalatest omakasupüüdlikest kaalutlustest ongi tingitud kramplikud pingutused tembeldata materialistlikku maailmavaadet häbitavaks ja alaväärtuslikuks. Kapitalismi toetajad välismaadel täidavad oma isandate soove, jutlustades rahvahulkadele, et on tarvis selg pöörata materialismile, levitades valet, nagu oleks teadus avastanud, et looduse põhilisemad seadused ei kannagi materialistlikku iseloomu.

Siin on tegemist ilmsete petmispüüetega.

Olgu kõigepealt tähendatud, et materialistlik maailmavaade, materialistlik filosoofia ei eita sugugi inimese teadvuse ja kogu inimkonna vaimse loomingu suurt tähtsust kõigi rahvaste elus. Materialism asub aga seejuures seisukohal, et kogu see vaimne tegevus ei ole „kõrgem“ materiaast, ei ole materia eelkäijaks, vaid on osutunud võimalikuks ainuüksi selle tagajärjel, et on olemas ja on alati olnud materia oma väga mitmepalgelistes vormides. Enne peab olema muusikariist, siis alles saab temal mängida ja nautida muusikahelisisid, — mitte ümber-

pöördukt. Inimmõte tekib ainult seal, kus on juba olemas materiaalne inimaju. Muljete, tunnete, soovide ja isegi unelmate tekitajateks on alati vägagi materiaalse päritoluga mõjutused, mis nii või teisiti, kuid alati ilmselt materia kaudu, panevad tööle inimese aju või muud tema ergukava keskused. Kui see ergukava lakkab mingi rikke tagajärjel töötamast, siis on kadunud ka selle inimese tunded ja kogu tema vaimne tegevus. Selles vastuvaidlemata tõsiasjas ei kahtle ükski täie mõistusega inimene.

Seega on materialistliku maailmavaate lähtekohaks sügav veene, et kõigi sündmuste põhiliseks aluseks ja eelduseks on materia; kõik muu, nagu vaimne tegevus, mõte, armastus ja viha jne. on materiaalse toime tulemus ning tagajärg. Säärasel materialistlikul mõtteviisil pole midagi häbistavat. Olla materialist ei tähenda veel sugugi olla kitsarinnaline egoist, kes mõtleb ainult omaenda pisikesele „minale“, püüdes kõigi teiste eest ära näpata, mida aga saab. Ei, vastupidi, just kainelt materialistlikult mõtlev inimene ongi suuteline ennastsalgavalt tööd tegema üldsuse huvides, ohvrimeelsetele kangelastegudele üldsuse heaolu nimel. Nõukogude inimesed on seda veenvalt tõendanud nii rahuliku sotsialistliku ülesehitustöö aastail kui ka Suure Isamaasõja päevil võitluses fašistlike kallaletungijate vastu.

Materia on reaalsus, mis eksisteerib sõltumatult inimese teadvusest. Üksik inimene sureb, tema teadvus kaob jäljetult, kuid materiaalne maailm oma kogutervikus püsib vankumatult edasi. Elusinimene tajub materiaalselt maailma oma meelegaorganite kaasabil. On need organid millegipärast rikkis, siis püsib see materiaalne maailm ikkagi edasi ning teda võivad tajuda ja tajuvadki teised inimesed, kellel on meelegaorganid korras. Uue põlvkonna inimestel arenevad kiiresti samasugused meelegaorganid, mis võimaldavad neile jällegi materia mitmekesiste vormide tajumist.

Üksiku inimese muljed maailmast on loomulikult piiratud. Kuid kogu inimkonna kollektiiv on suuteline, mõttevahetuse korras, andma kogemusi ja kindlaid teadmisi ühest inimesest teisele veenvalt edasi, nii et üksiku inimese teadmised maailmast selle tagajärjel tunduvalt laienevad. Vastavate näpunäidete kohaselt võib iga inimene korrata loodusteaduslikku katset, mis mõni teine esimesena on korraldanud, ning sel viisil alati veenduda, et asi on tõesti nii nagu räägiti, — müdugi, kui katset esimesena korraldanud isik ei valetanud või tahtmatult ei eksinud. Säärase katsetulemuste kriitilise võrdluse teel ongi kujunenud tänapäeva loodusteadus, mis on andnud inimkonnale suure hulga kaljukindlaid teadmisi maailmast, s. t. materiaast ja selle esimese mitmepalgelistest vormidest. Meil on õigus nimetada neid teadmisi kaljukindlateks just seetõttu, et igaüks, kes tahab, võib neid ise

kontrollida samasuguste või veelgi täpsemate vaatluste ja katsete najal.

Teadus aga ei seisa ainult tõsiasjade teadmises, vaid ka seletustes, kuidas üks või teine ilmsikstulev nähtus põhjustab teist. Koos teaduse arenemisega juhtub päris sageli, et neid seletusi tuleb täiendada, täpsustada või isegi muuta, vastavalt laienenud silmaringile. See ei tähenda sugugi, et vanem teadus oli vale, vaid tähendab ainult meie varemate teadusandmete puudulikkust. Järk-järgult, uusi olulisi tõsiasju tundma õppides, teeme teaduse saavutustes täiendusi ja parandusi. Ükski tõsine teadlane ei karda, et tulevikus lükatakse kõik ümber, mis seni on kindlaks tehtud ning et seetõttu osutub kogu teaduslik uurimistöö mõttetuks vaevanägemiseks. Mõned jutlustajad püüavad küll asja nii kujutella selle tagamõttega, et sel teel kõigutada rahvahulkade usku inimaju võimetusse. Kuid see on päris labane võte, mille puht-tagurlikud eesmärgid on päevaselged. Uued avastused teaduse alal laiendavad pidevalt inimkonna silmaringi, umbes niisama, nagu järjest laieneb ränduri silmapiir, kui ta jõuab välja ikka kõrgematele mäetippudele, kust avaneb ulatuslikum ringvaade maastikule. Teadmiste laiendamisel süveneb meil ühtlasi kogu loodus-sündmustiku mõistmine; sageli tulevad põhjuslikud sidemed ilmsiks seal, kus neid varem ei osatud ette aimatagi. See tähendab, et käsi-käes teaduse üldise arenemisega avaneb võimalus loodust mõista paremini ja sügavamini kui varematel aegadel, et ühes või teises küsimuses, mis seni oli veel tume, saame nüüd selgust, mille tagajärjel mõned vananenud oletused tuleb vahel isegi kõrvaldada, asendades neid õigete seletustega. Mitte kunagi aga ei tähenda see seda, et kõik, mis eile oli kaljukindel, tuleb homme heita kolikambrisse. Teaduse arenemise käigus toimub varem selgitatud tõsiasjade järjest sügavam mõistmine ja varem teadaolnud tõsiasjade kõrvutamise uute avastatud faktidega sel eesmärgil, et üha paremini tundma õppida looduses valitsevat ranget seaduspärasust.

Möödunud sajandi lõpul hakkas selguma, et materia pisikübemetes etendavad väga tähtsat osa elektrilised jõud ja nähtused. Kas tohtis sellest järeldada, et kõik, mida varem materiaalselt, ainest teati, on väärtusetu? Et näiteks kogu keemiatööstus oli rajatud valele alusele ja seetõttu tuleks see sulgemisele? Ei, sugugi mitte. Selgusid vaid võimalused sellesama keemiatööstuse võimsaks tugevdamiseks ja laiendamiseks. Selgus, et elekter on materia esinemise üks tähtsamatest vormidest. Avanesid võimalused rea nähtuste ja loodustoimingute paremaks mõistmiseks ja nende veelgi edukamaks töölerakendamiseks inimeste teenistusse. Varem salapäraseks jäänud mitmet liiki kiirgamisnähtused (näiteks raadiumi kiirgamine) said mõistetava seletuse.

Materialistliku mõtteviisi vaenlased pidasid asjaolu, et avastati elektri osatähtsus materia pisemates osakestes, oma võiduks, arvates, et elekter pole enam materia. Nad eksisid rängasti: kogu edaspidine loodusteaduste areng sel laiendatud alusel osutus just materialismi võidukäiguks, sest meie kujutus materiaist laienes ja süvenes. Elekter pole mingi „kõrgem vaim“ või ebamäärane „idee“, vaid on vägagi materiaalne ollus, mis allub looduse kindlatele seadustele ja kajastub vägagi materiaalselt peaaegu kõigis loodusnähetes.

Elektri tähtsuse selgitamine materia esinemisvormide uurimisel kujunes oluliseks edusammuks teaduses, mis tõi kaasa materia loomuse palju sügavamat mõistmist. Sellele edule tuginedes sai juba käesoleval sajandil võimalikuks tungida veelgi sügavamale materia saladustesse ning jõuda arusaamisele, milline tohutu jõu tagavara peitub materias kui niisuguses.

Veel umbes 150 aastat tagasi mõeldi materiaist kõneldes alati vaid esemetele, mis meid looduses ümbritsevad, olgu need siis „elatud“, nagu kivid ja kaljud, või elusad, nagu loomad ja taimed. Looduse materiaalsus väljendus nagu eeskätt just esemete olemasolus. Seejuures jäid säärase kujutluse puhul materiaist kõrvale teistliiki loodusnähted, nagu soojus, valgus ja elektripinge, mis omavad küll samuti vägagi materiaalse iseloomu, kuid jäid tolle aja kujutluste kohaselt siiski materia mõistest kuidagiviisi eraldatuks. Säärane vaade kujunes kuulsa füüsiku, matemaatiku ja astronoomi J. Newton'i (loe: Njuton, rõhk esimesel silbil!) (1643—1727) õpetuse mõjutusel.

J. Newtoni vaated loodusele võiks kokku võtta umbes järgmiselt: Maailm koosneb ruumist ja selles ruumis hõljuvatest esemetest ehk füüsikalistest kehadest, nagu neid esemeid teaduslikus keeles nimetatakse. Ruum oma avara tühjuse tõttu võimaldabki kehadel ruumis hõljuda, liikuda. Ruum eksisteerib täiesti sõltumatult materiaist, ta eksisteeriks ka siis, kui poleks üldse olemas kehasid. Ruumist ja kehadest omakorda sõltumatult voolab ühtlaselt ja kõikjal ühetaoliselt aeg. Aeg voolaks ka siis, kui poleks üldse olemas kehasid ja isegi ruumi, — nii järgneb Newton'i õpetus, kuigi ta viimast väidet otseselt ei sõnasta.

Igale füüsikalisele kehale on omane teatav kindel, muutmatu mass, mis väljendab sellesse kehasse koondatud materia hulka. Massidel on omadus üksteist mõjutada isegi läbi tühja ruumi, nimelt, iga mass tõmbab iga teise massi enda poole, seda tugevamini, mida suuremad massid on mängus. See masside vastastikune külgetõmbejõud nõrgeneb aga kauguse kasvamisel väga kiiresti. Masside vastastikuse külgetõmbejõu najal, gravitatsiooni najal, nagu seda jõudu hakati teaduslikus keeles nimetama, andis Newton õige täpse ja paikapidava

seletuse taevatähtede liikumisele. Keha kaal pole midagi muud kui jõud, mis tõmbab selles kehas peituvat massi maakera poole, kus ju samuti on koondatud mass, seejuures vägagi suur mass.

Massi olemasolu füüsikalises kehas väljendub aga ka veel selles, et keha osutab vastupanu kiiruse muutumisele: kui keha seisab paigal, siis tuleb rakendada väljaspoolt jõudu, et seda vastupanu ületada ja keha liikuma panna; kui keha juba liigub, siis on jälle tarvis rakendada väljaspoolt jõudu, et kiirustada või aeglustada seda liikumist. Massile omast vastupanu keha kiiruse muutumisele kutsutakse teaduslikus keeles keha (või massi) inertsiks. Inerts on seda suurem, mida suurem on mass. Inerts ja külgetõmbejõud on füüsikalise keha põhilised omadused, mis on tingitud massist. Tuleb veel täiendavalt tähendada, et Newton'i vaadete kohaselt on mass koondatud a i n u ü k s i kehasse: kus pole keha, seal, Newton'i järgi, pole ka massi; kehad oleksid seega a i n s a d massi kandjad ruumis. Just see viimane joon Newton'i õpetuses tõstabki esile kehade erilist tähtsust, kui jutt on materiast. Materia määrab massi, mass aga eeldab kehalist vormi. Niisugune on New t o n'i seisukoht.

New t o n'i vaade on järjekindlalt mehanistlik. Kuid siin leiduvad järjekindlusele vaatamata nõrgad kohad.

Põhiliseks nõrkuseks New t o n'i õpetuses on salapärane külgetõmbejõud (gravitatsioon) masside vahel, mis peab mõjuma otseselt läbi tühja ruumi isegi väga suure kauguse tagant. Tuleb välja, et materia mõjub materiaalse „tühjuse“ kaudu, s. t. ilma materia vahetalitusega. See ei taha kuidagi sobida tõsiasjaga, et kogu loodussündmustik on tingitud vaid materia toimest. Seda nõrka kohta New t o n'i süsteemis arvustati väga teravalt juba XVIII sajandil R. D e s c a r t e s'e (loe: Dekart, rõhk viimasel silbil!) (C a r t e s i u s'e) filosoofilise kooli pooldajate leeris. Tõsteti esile „m a a i l m a e e t r i“ olemasolu paratamatust; see maailmaeeter, mis peaks täitma ka kõiki „tühje“ kohti ruumis, oleks siis väljaspool kehasid esinev materia, mille vahetalitusel saabki võimalikuks näiteks gravitatsioon. See eetrihüpotees (oletus maailmaetri olemasolust) võitis suurt poolehoidu XIX sajandi lõpul, kus hakkas kujunema vaade, et teaduse põhiliseks eesmärgiks ongi ruumis kõikjal esineva eetri omaduste selgitamine. Kuid XX sajandil olid teadlased siiski sunnitud eetrile selja pöörama, sest eetri kujutluses endas tulid ilmsiks liiga suured seesmised vastuolud. Katsed, avastada eetrit kui materia eriliiki, äpardusid järjekindlalt. Küsimus osutus sügavamaks kui eetrihüpoteesi pooldajad seda arvasid.

Teiseks puuduseks Newton'i mehanistlikus süsteemis võib lugeda seda, et selles süsteemis kuidagi ei kajastu materia eriliikide oma-

pärased omadused. 1 kilo massi jääb Newton'i õpetuse järgi samaks, ükskõik, kas see mass kujutab terast, kulda, keedusoola, vett või midagi muud. Ometi aga on näiteks kulla ja keedusoola vahel hiiglasuur vahe, nagu seda teab iga inimene omaenda kogemustest. Veelgi enam: masside keemilised iseärasused on palju silmatorkavamad kui näiteks inerts ja muud puht-mehaanilised omadused; sellest ongi tingitud, et inimkond oskas aine eriomadusi kasutada juba ammu enne seda, kui avastati mehaanika üldised põhiseadused. Niisiis ei püüdnud massi omadused ainuüksi gravitatsiooniga ja inertsiga, vaid näitavad veel väga suurt mitmekesisust. On ilmne, et ühel ja samal massil võivad olla väga erinevad esinemisvormid. Et neid esinemisvorme võib tahtlikult mõjutada, oli ammu teada. Keskajal unistati seetõttu kulla valmistamisest odavast lähteainest. Sihikindlatele ja õigetele põhimõtetele rajatud keemiateadus hakkas kujunema aga alles pärast Newton'i surma. Newton'i mõttekäigud massi muutmatuses leidsid tähelepanu füüsikute ja keemikute juures. Suur vene õpetlane L o m o n o s s o v jõudis XVIII sajandi teisel poolel juba kindlale arusaamisele, et ka sääraste toimete juures, nagu seda on näiteks mõne aine ärapõlemine, ei saa materia hävineda, kui nähtust vaadelda tervikuna, s. t. arvestada ka põlemissaadusi. Praegu igale kooliõpilasele hästituntud aine koguhulga püsivuse seadust, mistahes keemiliste muutumiste tagajärjel, kontrolliti ja see sõnastati XVIII sajandi lõpul prantslase L a v o i s i e r' (loe: Lavuasjee, rõhk viimasel silbil!) poolt. Kaalumisel selgus, et põlemisproduktide ja põlemisjäägi kogukaal on niisama suur, kui põletatud aine kaal ja põlemisel äratarvitatud hapniku kaal ühtekokku. Sel teel kujunes veene materia jäävuse seaduse üldisest kehtivusest.

Peab tähendama, et Lavoisier pidas järjekindlalt kinni Newton'i põhivaatest: materia, seega mass, on vaid seal, kus on olemas keha, esinegu see keha siis kas või gaasi, auru või pisikeste suitsukübemete näol. Seda peeti tollal endastmõistetavaks. Esemete kogumass peab materia esinemisvormide muutuste puhul säilima, kui arvestada kõiki esemeid, mis olid algul, ja kõiki esemeid, mis lõpuks saadi (seega näiteks ka suitsu).

Materia jäävuse seaduse sügav mõte seisab selles, et materia võib küll muuta oma esinemisvormi, kuid ikka ja alati ainult materia teiste esinemisvormide arvel; lõpptulemusena ei lähe materiast midagi kaduma, samuti ei tule ka materiat juurde. Esimesel pilgul näib, et Lavoisier' katsetused haaravad küsimuse täiuslikult: igas looduse toimingus on materia hulga lõpparve tegemisel tulud ja kulud täielikus tasakaalus.

Kuid asjal on siiski üks tume, ebaselge koht. Aine põletamisel tekib

ju mitte ainult suits ja tuhk, vaid vastava tuleleegi kaudu kindlasti ka veel soojus ja valgus. Valgus kaob seejuures näiliselt jäljetult, pärast tule ja järelhõõgumise lõppemist. Ka soojus kaob pikkamisi — toimub jahtumine. Kas valgus ja soojus pole materiaalsed nähtused? Kindlasti on. Mille arvel aga siis need nähtused tekivad, ja kuhu nad kaovad? Kas on ikkagi õige, et kas või ajutiselt tekkinud uued nähtused nagu antud juhul valgus ja soojus, mille põhjustajaks oli põlemistoiming, tulevad niiöelda „pealekauba“, mitte avaldades mingit mõju mängusolnud materiaa kulude ja tulude tasakaalule? Oletame näiteks, et maapinnal on toimunud väga suur plahvatus; soodsail tingimustel peaks see olema hea pikksilma kaudu näha ütleme planeet Marsi elanikele, kui sääraseid leidub. Vastav valgusekogu peab järelikult läbima tühja ruumi Maakera ja Marsi vahel. See tähendab, et keemiline toiming, mida me nimetasime plahvatuseks, kutsus esile ka tühjas ruumis mingi omapärase materiaalse sündmuse, nimelt valguskiirte levimise. Plahvatuse tagajärjel on seega mitte ainult mõned esemed maapinnal muutunud suitsuks ja varemeteks, vaid lisaks sellele on sündmusekohast kaugel, tühjas ruumis, tekkinud uus nähtus, valgusjuga, mida polnud olemas enne plahvatust. Kas see valgus tekkis plahvatanud materiaa arvel? Lavoisier vastab küll: ei. Kuid küsimust materialistlikult uurides tundub, et säärane vastus ei tarvitse olla päris õige.

XIX sajandi keskpaiku hakati seda liiki küsimustele pühendama tõsisist tähelepanu. Selleks ajaks oli kogutud rikkalik katsematerjal, mis näitas, et loodussündmuste õigeks mõistmiseks on ainuüksi materiaa jäävuse seaduse tundmisest veel vähe. Jällegi tuleb siin tähendada, et juba 100 aastat varem oli Lomonossov oma kaas-aegsetest välismaa teadlastest selles osas tunduvalt ette jõudnud. Kuid alles 1842.—1843. a. sõnastati, vastavate täpsete katsetulemuste najal J. Joule¹, R. Mayer² ja teiste poolt üldtähtis teine looduseadus, mida tänapäeval nimetatakse energia jäävuse seaduseks. Katsume lühidalt seletada, milles asi seisab.

Kui materiaa hulk kehas ei saa muutuda, siis peab ikkagi tunnustama, et lisaks n. õ. puhtale materiaale, Newton'i kitsas mõttes, koguneb kehasse sageli veel midagi, mis oluliselt muudab selle keha omadusi. Padrunitaskus kantav kuul on ohutu, kuid seesama kuul püssist lendu lastuna võib juba tuua surma, — kuigi näib, et materiaa selles kuulis on üks ja seesama. Tuline kohv võib suu kõrvetada, külm kohv mitte. Elektrilise pingega all olev traat võib tuppa tuua valgust, kuna aga seesama traat ilma elektripingeta ei tee seda. Üleskeeratud metallvedru on suuteline käima panema taskukella, seesama vedru lõdvas olukorras aga mitte. Need lihtsad näited selgitavad, et materiaa või-

vad olla omapärased lisaomadused, nagu soojus, kiirus, pinge jne., mis mõnikord esinevad, teinekord mitte. Need lisaomadused võivad esemest esimesse üle kanduda — näiteks liikuv piljardikuul võib teist kuuli samuti liikuma panna. See ülekanne toimub, nagu täpsed katsed näitavad, kindlate seaduste alusel. Sageli toimub seejuures lisaomaduste ilmes mingi vahetus: kuumendatud veeaur võib panna rongi liikuma (aur ise seejuures jahtub järsult); hooga naela pihta löödud vasar teeb selle naela soojaks; liikuvast traadis tekib elektrivool, kui läheduses asub magnet; koselt allalangev vesi võib anda elektrijaama kaudu valgust; juhtmetest tulev elektrivool paneb trammi-vaguni liikuma jne. Säärased näiteid võib igaüks kergesti leida, vaadeldes ümbritsevat elu tähelepanelikult.

Eraldades mõttes neid „lisaomadusi“ kehast, kus nad esile tulevad, lõid teadlased ülalkirjeldatud lisaomaduste tähistamiseks uue mõiste — „energia“. Selle kujutelma kohaselt võib energiatagavara ühes ja sellesamas kehas olla vägagi erinev, kusjuures see energiatagavara kaldub võrdlemisi kergesti üle hüppama ühest kehast teisele. Säärased hüppega käsikäes võib toimuda ka energia vormi muutus: liikumisenergia võib muutuda näiteks soojusenergiaks või ümberpöörduvalt. Täpne vaatlus selgitas, et energia üleminekul ühest vormist teise valitseb kindel arvuline seaduspärasus. Näiteks selgus, et hoog (liikumisenergia), mis peitub 1 kg raskuses kehas, kui viimane on vabalt kukkunud 427 meetri kõrguselt, võib täielikult muutuda soojuseks, mis suudab parajasti soojendada 1 kg vett 1 kraadi Celsiuse võrra. Sellest hetkest peale, kus õnnestus mõõtmiste najal kindlaks määrata üksikute energialiikide „vahetusväärtused“ (võõrkeelse sõnaga *e k v i - v a l e n d i d*), nagu viimases näites hoohulga ja temale vastava soojushulga vahel, tekkiski veene „energia jäävuse seaduse“ kehtivusest. Katsed kinnitasid, et energia kunagi ei kao, vaid võib ainult jaguneda mujale ja muuta ühtlasi oma esinemisvormi, kuid seejuures alati päris kindla vahetusväärtuse põhimõttel. Piltlikult öeldes, energiat võib vahetada umbes nii, nagu raha, saades algsumma eest samaväärse kogusumma, kuid võib-olla mitte just tingimata rublades, vaid ütleme osaliselt nõukogude rahas, osaliselt mitmet liiki välisrahas.

Tänapäeva rahvamajanduses on energia kujunenud ostu-müügi-objektiks, eeskätt elektrijaamade kaudu. Energiakogust võib igati otstarbekalt mõõta just elektrivooluhulgaga, mida sellest kogusest võiks saada kõige paremal juhul. Tänapäeval on vist peaaegu igale inimesele teada, et elektrijaam tarvitab tema poolt müüdüd elektri puhul mõõtühikuna nn. kilovatt-tundi. Siin pole tähtis tingimata teada, mida see kilovatt-tund teaduse seisukohalt täpselt tähendab; piisab teadmisest, et korteris või tööstuses ülesseatud voolumõõtja

näitab äratarvitatud kilovatt-tundide arvu. Selle arvu järgi aga arvestatakse müüdnud elektrivooluhulga koguhinda. Keskmise linnaperekonna vajadusi valgustuse ja väikeste majandustarvete rahuldamiseks võib hinnata umbes 50—100 kilovatt-tunnile kuus. Võrdluseks teiste energiavormidega olgu öeldud, et 1 kilovatt-tund suudab kuumendada 10 liitrit vett toatemperatuurist keemisolekuni. 1 tonn (s. t. 1000 kilo) väga head kivisütt annab täielikul põlemisel soojushulga, mis on samaväärne umbes 8500 kilovatt-tunniga.

Energia jäävuse seaduse avastamisega algas loodusteadustes uus ajajärk, mille hoogne, järjest kasvav arenemine kulgeb tänapäevani. Energia mõiste ise, oma ulatuslikus tähenduses, kujunes samm-sammult XIX sajandi teisel poolel. Esialgu oli veel kobamist pimedas ja otsimist sageli ekslikel radadel. Nii kõneldi 1817. aastal veel „jõu“ jäävuse seadusest, „liikumise“ jäävusest jne. Viimase väljendusviisis kajastub veel Newton'ilt päritolev mehanistlik kallak. On tähelepanuvääriv, et F. Engels aga tarvitab juba 1885. aastal oskussõna „energia“ füüsikaliselt õiges ja ulatuslikus mõttes.

Energia mõistega kodunes loodusteadus lõpuks nõnda, et see mõiste osutub praegu iga täpse teadusliku uurimise põhialuseks. Ka rahvamajanduses moodustavad energiavarade ja nende kasutamise küsimused, nagu teada, praegu vägagi olulist osa.

Tuleb aga tähendada, et energia jäävuse seaduse leidmisega oli küll uurimistööd üles seatud tähtis juhis, milles inimesed varem ei olnud teadlikud, kuid sisuliselt jäi siiski ka energia arvestamise juures nii mõnigi küsimus esialgu tumedaks või vähemalt ebaselgeks. Viimane märkus käib eriti nende nähtuste kohta, kus hakati kõnelema „keemilisest“ energiast, näiteks energiast, mis tuleb ilmsiks kütta-ainete põletamisel. Kivisöe põlemisel aurukatla küttekoldes tekib energia soojuse näol, mis kuumendab auru ja sel teel võimaldab masinaid käima panna. Kuid mille arvel see soojusenergia siis õieti tekib? Vastati: söe ja hapniku ühinemise „keemilise energia“ arvel. Kuid veenvat seletust selle kohta, mida see keemiline energia siis õieti endast kujutab, eriti aga vastust küsimusele, kuidas see energia vabanemine kajastub põlemissaaduste hulgas, ei suudetud esialgu veel anda. Asi jäi küllaltki salapäraseks ja 1900. aasta paiku oli vihje „keemilisele energiale“ vaid paljas väline kõnekäänd, millel puudus selgejooneline sisu.

Ning veel üks oluline märkus:

Eespool kujutasime asja nõnda, nagu oleks energia tagavara kandjateks tingimata alati mõned kehad, esemed. See pole aga täiesti täpselt õige — vähemalt on olemas mõned juhud, kus energia kandub edasi ka seal, kus kehad üldse puuduvad. Põlemisel tekib valgus,

mis levib ka „tühja“ ruumi kaudu. Energia arvepidamisel nõuab arvestamist ka valguse näol leviva energia osa. Seega oleme sunnitud tunnistama, et teatavas esinemisvormis, nimelt valguskiirgamise näol vähemalt, ilmutab energia end ka väljaspool igasugust füüsikalist keha. Valguskiir võiks ju lõpmatuseni rännata läbi tühja maailma-ruumi, ilma et ta tingimata peaks sattuma mingisuguse keha peale, mis seda valgust siis kinni püüab, — „ruumi“ selleks, nagu teame, on olemas küllalt. Niisugune alaliselt rändav valguskiir kannab aga endaga kaasa teatava osa looduse koguenergia tagavarast. Kuna valguskiirt ei saa hästi „esemeks“ lugeda, siis sunnib see järeldusele, et valgusenergia on näide niisugusest energiavormist, mis pole liidetud keha külge.

See asjaolu näitab, et vana, Newton'i-aegne kujutelm mateeriast kui ainest, mis esineb ainuüksi kehade näol, on vähemalt ühekülgne: valgust tuleb pidada igati materiaalseks nähtuseks, ja ometi ei saa siin juttu olla kehalisest kujust. „Tühi“ ruum vajab seega ikkagi palju tõsisemat tähelepanu, kui seda võib arvata Newton'i järgi, kus piltlikult öeldes oli ruum vajalik ainult selleks, et kehadele kindlustada liikumise võimalust. Ei — „tühi“ ruum on suuteline kandma valgusenergiat (samuti ka elektrienergiat ja magnetilist energiat), seega on sellel ruumil ilmselt materiaalsed jooned juures.

Neile kaalutlustele lisanduvad veel teisedki, mis tuginevad kehade seesmise peenehituse uurimisele. Kõigis kehadest esinevad väga väikeste mõõtudega tühjused, mikroskoopilised väikesed pisiavad, „pöörid“, nagu neid nimetatakse füüsikas. Kehad on koostatud „aatomest“, mis igatahes ei ole täiesti tihedalt üksteise külge liidetud, vaid nende vahele jääb suhteliselt väga palju tühja ruumi. Praegu on teada, et juhul, kui osutuks võimalikuks keha aatomeid täiesti üksteise vastu suruda, nii et tühjusi üldse ei jääks, siis kasvaks keha erikaal tohutu suureks, nimelt 100 biljonit korda suuremaks kui vee erikaal. Võrdlemisi lihtsa ümberarvutuse najal järgneb siit, et kui kogu maakeras olevaid aatomeid täiesti üksteise vastu suruda, siis täidaksime sellega ruumala, mille suurus on vaid umbes üks kahekümneks kantkilomeetrit. See annab juba kujuka pildi sellest, kui võrd „tühja täis“ on materia kogus, millest koosneb maakeras.

Maakeral valitsevail tingimustel me ei tunne ülisuure erikaaluga aineid — kõige raskemad teadaolevad metallid, nagu näiteks plaatina, omavad erikaalu, mis on umbes 20 korda suurem vee erikaalust. Kuid taevatahtede hulgas on avastatud sääraseid, kus erikaal künib isegi 50 000-ni, võrreldes veega. Nähtavasti esineb seal, tänu kõrgele survele ja teistele iseärasustele, selline olukord, kus aatomid on palju tihedamini üksteise vastu surutud kui maakeras oludes.

Mõiste aatomeist on pärit juba vanast Kreekast, kuid alles XIX sajandi jooksul loodi talle kindel teaduslik alus. Tõsiasi, et looduses esinevaid mitmesugust liiki aineid võib keemilisel teel lahutada teatavaks algaineteks, elementideks, mis sel puhul näitavad väga püsivat hulgavahekorda, viis veendumusele, et üldse kõik kehad peavad olema üles ehitatud nende elementide aatomeist. 9-grammilise veehulga lahutamine näiteks annab alati 1 gramm vesinikku ja 8 grammi hapnikku, kusjuures hapnikku ja vesinikku uuteks aineteks lahutada enam ei õnnestu. Hapnik ja vesinik kuuluvad seega keemiliste elementide liiki, vesi aga on juba liitaine. XIX sajandi keemikud selgitasid, et keemilisi elemente ei ole väga palju, ainult umbes 90. Vene suur keemik D. I. Mendelejev avastas 1869. aastal elementide kohta käiva seaduspärasuse, mille najal me tänapäeval oleme jõudnud äratundmisele, et looduse tavalistes tingimustes esinevate elementide üldarv on täpselt 92. Igasuguste liitainete arv on muidugi tohutult suurem. Liitainete pisemad osad, nn. „molekulid“, koosnevad elementide aatomite kombinatsioonidest. Nii näiteks sisaldab liitaine vesi igas oma molekulis 2 vesiniku aatomit ja hapniku aatomi. Üldmainitud kaaluhulkade vahekord üks kaheksa vastu on seejuures tingitud sellest, et hapniku iga aatom on vesiniku aatomist 16 korda raskem. Ka elementide puhul koosnevad püsiosakesed, molekulid tavaliselt mitmest aatomist, kuid need aatomid on siis juba täiesti ühesugused. Hapniku molekul näiteks koosneb kahest hapniku aatomist. Edaspidistes arutlustes siin aga piisab sellest, kui jätame molekulid teadlikult kõrvale ja piirdume ainuüksi küsimustega, mis puutuvad otseselt aatomeisse.

1900. aasta paiku avaldasid mõned nimekad teadlased (E. Mach, W. Ostwald) veel kahtlust aatomite tegelikus olemasolus, väites, et ükski katse ei saaks aatomit kunagi selgesti avastada. See arvamine osutus põhjendamatuks. Tänapäevaks on juba mitmekümne aasta vältel kogutud eriaparaatidega tehtud veenvad ülesvõtted üksikaatomite toinguist. Selle aparatuuri, nn. Wilsoni kaamera põhimõte seisab selles, et niiskes õhus lendav ja elektrilist laengut kandev aatom tekitab teatavil tingimustel piki oma teekonda silmaga nähtava uduriba, mida saab ka pildistada ja sel teel üksikaatomi teed jälgida. Niisiis on tänapäeval aatomite tegelik olemasolu vastuvaieldamatult kindlaks tehtud. Ühtlasi on toimetatud ka täpseid mõõtmisi, mis annavad võrdlemisi hea kujutluse aatomite suurusest, õigemini väiksusest: umbes 100 miljonit aatomit kõrvuti pandult annaksid pikkuse 1 sentimeeter. Ühes kõige väiksemas õhushõljuvas tolmu-kübemes, mis tuleb nähtavale ainult siis, kui päikesekiir tuppa langeb, on seega aatomeid rohkem kui inimesi kogu maakeral.

Ülitäpsete uurimisviisidega on viimastel aastakümnetel veel selgeks tehtud, et ühel ja samal elemendil võivad olla pisut erinevad aatomid. Nii näiteks on avastatud vesiniku puhul säärased aatomid, mis on tavaliselt vesiniku aatomist 2 korda raskemad. Eraldades kunstlikult neid raskemaid vesiniku aatomeid teistest, tavalistest, saame nn. „raske“ vesiniku, mis omakorda sisaldub nn. „raskes“ vees tavalise vesiniku asemel. Rasket vett valmistasid hitlerlased sõjapäevil ühes Norra tehases tööstuslikus ulatuses sõjaliste eesmärkidega. Et raske vesi võis leida rakendamist kurikuulsa aatomipommi valmistamisel, siis äratas see asjaolu erilist tähelepanu ja põhjustas liitlaste õhujõudude kallaletungi sellele tehasele.

Üheks teiseks näiteks, mis on samasugustel kaalutlustel äratanud erilist tähelepanu, on keemiline element uraan, mille tavaline aatom on 238 korda raskem tavalise vesiniku aatomist. Kuid on olemas ka säärane uraan, mille aatom on ainult 235 korda raskem vesiniku aatomist. Viimast uraaniliiki kasutasidki ameeriklased aatomipommi valmistamiseks.

Praegu teame, et peaaegu iga elemendi puhul on olemas pisut erinevad aatomid, nii et peaaegu igal elemendil on mõnes mõttes erinevad eriliigid; neid ühe ja sellesama elemendi eriliike kutsutakse tänapäeva keemias selle elemendi isotoopideks. Puhastamata elemendi aine kujutab tavaliselt mitme säärase isotoobi segu, kusjuures üks neist isotoopidest on sageli rõhuvas ülekaalus, võrreldes teistega. Nii näiteks on raske vesinik väga haruldane, võrreldes tavalise vesinikuga. Samuti on uraan aatomikaaluga 235 haruldane, võrreldes tavalise uraaniga, mille aatomikaal on 238. Loodus tunneb tavalises olukorras küll ainult 92 elementi, kuid igal üksikul elemendil, nagu praegu öeldud, on sageli veel mitu erinevat isotoopi, mille tagajärjel looduses esinevate aatomiliikide hulk ületab arvu 300.

Nendele teadmistele oleme jõudnud viimaste aastakümnete vältel. Opetlik on aga kõigepealt teha kokkuvõtet neist põhivaadetest, millele loodusteadus oli välja jõudnud 1900. aasta paiku.

Maailmaruum pidi sisaldama kindlalt püsiva koguse materiat, mis on koondatud ainuüksi kehadesse. Selle materia erivormid, mis on küll väga mitmekesised, taandati siiski põhiliikidesse, keemilistesse elementidesse, arvult umbes 90. Iga element pidi oma koguse poolest maailmas jääma igaveseks ajaks rangelt muutumatuks. Ükski element ei tohtinud kuidagiviisi muutuda teiseks elemendiks. Alkeemikute unistused kulla valmistamisest näiteks seatinast tunnustati mitte teostatavateks, loodusteadustele vastukäivateks. Ruum pidi olema täiesti omaette asjaks, millel ei ole mingisuguseid ühiseid jooni selles ruumis hõljuva kehalise materia. Täiesti iseseisvaks ning omakorda

ruumi ja mateeria olemasolust sõltumata mõisteks oli aeg. Peale kehasse koondatud mateeria pidi maailmaruumis veel olema ära jaotatud muutumatult püsiv hulk energiat, küll kehas, kuid ka tühjas ruumis — valguskiirguse, elektrilise pinge jne. näol. Energia arvepidamine maailmas pidi toimuma täiesti sõltumatult mateeria arvepidamisest — igapähele neist eraldi oma eriarve, mis ei tohtinud kunagi segamini minna. Energia erivorme on samuti nagu mateeria erivormegi õige palju, kuid muutus pidi toimuma alati vaid ühest energiavormist teise energiavormi, samuti nagu mateerialgi näis olevat lubatud vaid muutumine ühest mateeria vormist teise mateeria vormi, s. t. ühest kehavormist teise kehavormi.

See pilt loodusest oli küll väga järjekindel, kuid ta sisaldas liiga palju teravaid piirjooni. Maailm oli n. õ. lõigatud tükkideks, mis teravalt ja muutumatult üksteisest eraldusid. Ruum eraldi omaette, aeg eraldi, 92 elementi igapähele eraldi omaette, energia täiesti omaette. Seega siis vähemalt 95 kaljukindlalt üksteisest eraldatud ala, kusjuures üleminekud ühest alast teise näisid olevat kategooriliselt keelatud! Säärane süsteem lõhnab filosoofia seisukohalt väga tugevasti metafüüsika järele... Tuletagem meelde, et enne Ch. Darwini püüti ka looma- ja taimeliigid suruda samalaadiliselt kaljukindlalt üksteisest eraldatud kongidesse: inimkond omaette, iga looma- ja iga taimeliik täiesti omaette! Ei tohtinud olla mingit üleminekut ühest liigist teise! Seega ei tohtinud isegi õieti kõnelda mingisugusest sordiparandusest näiteks põllumajanduses ja loomakasvatuses.

Olgu juhitud tähelepanu veel ühele asjaolule, mis pidi panema teadlasi ülalkirjeldatud kujutelmade puhul tõsiselt mõtlema: jääb arusaamatuks, miks üht elementi, näiteks vesinikku, näib looduses esinevat võrdlemisi palju, teist aga, nagu näiteks kulda, võrdlemisi vähe? Selle peale osati võib-olla ainult vastata, et vägev junal oma ülilimas tarkuses on seda pidanud vajalikuks — ja kõik. Et sellel vastusel puudub igasugune sisuline mõte, on päevaselge.

Ülalkirjeldatud vaade säärasest tükkideklõigatud maailmasündmustikust sai esimese tugeva hoobi raadiumi avastamisega 1898. aastal poolatari Marie Curie (loe: Kürri, rõhk viimasel silbil!) poolt, tema abikaasa Pierre Curie kaasabil. Polnud põhjust kahelda, et raadium on keemiline element, Mendelejevi tabeli järjekorranumbriga 88, element, mille aatom on 226 korda raskem vesiniku aatomist. Kuid selle elemendi käitumine osutus seninähtamatuks: ta kiirgas vahetpidamatult (sellest ka nimi „raadium“ — kiirgav ollus), selles osas mingisugustele välismõjudele mitte alistudes, ning olles ühtlasi oma ümbrusest mõne kraadi võrra soojem. Mõõtmised näitasid, et raadiumi kiirtes peitus tohtu energiahulk, mis alatasa väljus

raadiumist, ilma et viimases esialgu oleks tähele pandud mingit muutust. Eriti huvitav oli asjaolu, et kirrte näol väljus raadiumist üks teine element, mida juba tunti heeliu mi nime all. Viimane element oli teadlaste poolt kõigepealt avastatud päikese pinnal (sellest ka nimi: Heelios, kreeka keeles päike) ja alles hiljem leitud ka maa sise-muses. Kuid nüüd selgus, et elemendist raadium väljub alatasteine element — heelium!

Pärast raadiumi avastamist leiti peatselt veel rida teisi kiirgavaid ehk nagu neid hakati nimetama „radioaktiivseid“ elemente. Täpsed mõõtmised selgitasid kõigil juhtudel, et kiirgamise juures selle materiaali hulk, kust kiirgamine väljub, alatasteine vähenes, kuigi mõnikord, näiteks raadiumi enda puhul, väga ja väga aeglaselt. Täpsed uurimused näitasid, et säärase radioaktiivsuse puhul on tegemist algeliste aatomite omavolilise lagunemisega, mille tagajärjel tekkisid juba uut liiki aatomid, näiteks heeliu mi aatomid, mis paiskuvad siis raadiumist tugeva jõuga välja.

Seega varises kokku üksik arvamine, et aatom jääb alati muutmatuks. Ei, — selgus, et mõned aatomid on aja jooksul sunnitud iseenesest lagunema, muutudes seejuures juba hoopis teisteks aatomiteks. Raadiumi kiirgamise tagajärjel raadiumi aatomite arv alatasteine kahaneb, kuigi võrdlemise aeglaselt: kulub 1600 aastat, enne kui pool raadiumi aatomite arvust on lagunenu d.

Ka uraan osutus kiirgavaks, kuid siin toimub lagunemine veelgi aeglasemalt, — kulub nimelt 4500 miljonit aastat poole aatomihulga lagunemiseks. Teiselt poolt avastati ka elemente, kus lagunemine toimub ülikiiirelt, kus esialgsete aatomite kogus kahaneb mõne minuti või isegi mõne sekundi mürdosa vältel poole võrra.

Kui eeldada, et aatomite omavoliline lagunemine võib põhimõtteliselt aset leida ig a elemendi juures, mõnes kiiremini, teises aeglasemalt, siis võiks sellega seletada, miks üht elementi leidub rohkesti, teist aga vähe: seda, mis kiiresti laguneb, jääb järjest vähem järele. Kuid säärane, esimesel pilgul meelitatav seletus, ei pea täielikult paika, sest asi on sisuliselt ikkagi tunduvalt keerulisem.

Raadiumi vahetpidamata kiirguse avastamine ähvardas esialgu kõigutada energia jäävuse seadust, sest jäi nagu selgusetuks selle kiirgusenergia päritolu. Kuid otseselt tuli seletus: kiirgusenergia tekib raadiumi materiaali lagunemise tagajärjel. See seletus võis rahustada; paistis, et on tegemist umbes samalaadilise nähtusega kui tavalisel aine põlemisel: toimub keemiline muutus ja selle tulemusena vabaneb soojuse ja kiirguse näol „keemiline“ energia. Kiirgavate ainete aatomite lagunemine püstitas küsimuse, kuidas on siis õieti aatom, ise seestpoolt ehitatud. Laguneda võib ju ainult säärane ese, mis ise

koosneb mitmesugustest osadest. Seega viis raadiumi leidmine õpetasi ülesande juurde — uurida aatomite siseehitust.

Mõningad väljavaated selle küsimuse juurde asumiseks peitusid juba Mendelejevi ja teiste keemikute ja füüsikute eeltöodes. Kirchhoff ja Bunsen olid juba XIX sajandil avastanud, et igale aatomiliigile on omased erilised hõõgumise värvid. See asjaolu võimaldaski näiteks avastada elementi heeliumi päikese pinnal, enne kui sedasama elementi õnnestus leida maakeral. Kuid aatomi siseehitust saadi ikkagi järjekindlalt uurima hakata alles XX sajandil, pärast seda, kui oli tehtud tähtsad uued avastused elektri alal ja kiirgamisnähtuste alal üldse. Väga oluliselt tasandas teed aatomi siseehituste uurimisele uus mehaaniline teooria, mis loodi 1905. aastal A. Einsteini poolt, ja mida hakati nimetama „relatiivsusteooriaks“.

XIX sajandi lõpuks hakkas selguma, et kõigi elektriliste nähtuste puhul tuleb arvestada elektrilist laengut kandvaid ülipisikesi kübe-meid, nn. „elektrone“. Elektron on kõige kergemast aatomist, nimelt vesiniku aatomist, veel ligi 2000 korda kergem, kuid olulist osa etendab temas just elektrilaeng, mis on kõigil elektronidel ühesugune.

Teatavasti esineb looduses kahte liiki elektrilaenguid; ühte kutsutakse positiivseks, teist negatiivseks. Positiivset laengut saab näiteks kergesti tekitada tavalise petrooleumilambi klaasil, hõõrudes teda kuiva ajalehpaberiga. Negatiivne laeng tekib enamikul kammidel, kuivi juukseid kammides. Kaks keha, mis kannavad erinevat liiki elektrilaengut, tõmbavad teineteist külge erilise elektrilise jõuga; on aga need laengud ühest ja samast liigist (s. t. mõlemad positiivsed või mõlemad negatiivsed), siis tõukavad kaks säärast keha teineteist eemale, jällegi elektrilise jõuga.

Elektron kannab alati negatiivset elektrilaengut. Wilsoni kaamera abil võib üksiku elektroni teekonda uduribana nähtavaks teha samal viisil nagu see osutub võimalikuks üksikaatomi puhulgi. Nõukogude füüsik Skobeltsõn hakkas juba palju aastaid tagasi tarvitama Wilsoni kaameraga töötades erilist meetodit, mõjutades seda kaamerat veel tugeva magnetiga; see meetod on praegu ülemaailmselt laialdaselt tarvitusel ning on andnud ülitähtsaid tulemusi aatomi ja üldse materia pisiosakeste uurimisel. Elektroni teekonna jälg uduribana muutub Wilsoni kaameras magneti mõjul kõverjooneliseks. Selle järgi, kuhupoole näitab kõverjoone kumer külg, ongi võimalik kindlaks teha, et elektroni laeng on just negatiivne. Mõõdamines olgu tähendatud, et 1932. aastal sai ameeriklane Andersen esimesi ülesvõtteid, kus elektroni-suuruse kübeme teekonna kumerus oli pööratud teisele poole, millest järgnes, et sel korral oli tegemist mitte

enam negatiivse, vaid positiivse elektrilaenguga. Sel viisil avastatigi elektroni-suuruseid kübemeid positiivse elektrilaenguga; neid hakati nimetama positronideks. Huvitaval kombel on positronid väga haruldased, võrreldes elektronidega. Näib, et positroni eluiga on äärmiselt lühike, kuna elektron seevastu on suure püsivusega.

Täpsed uurimused ja mõõtmised selgitasid käesoleva sajandi esimestel aastakümnetel, et tavalises aatomis võib eraldada 2 põhilist piirkonda. Ühte, mida nimetatakse aatomi tuumaks, on koondatud peaaegu tervikuna kogu selle aatomi mass. Teises piirkonnas hõljub teatav arv tuuma ümbritsevaid ja selle aatomi juurde kuuluvaid elektrone. Tuum ise kannab seejuures positiivset elektrilaengut, mis on parajasti nii suur, et ta elektrilise jõuga seob oma naabruses teises piirkonnas hõljuvat elektronide parve. Tuuma positiivse laengu suurus vastab seega elektronide arvule. On tuuma laeng 1, siis seob ta ühe elektroni; on tuuma laeng 2, siis seob ta 2 elektroni jne. Peab aga tähendama, et elektriline side tuuma ja mõne teda ümbritseva elektroni vahel võib mõningatel juhtudel katkeda — elektron võib hoopis ära lennata ja alustada rännakut „vaba“ elektronina. Säärasel korral on tuumas positiivse laengu ülejääk, võrreldes ülejäänud elektroniparvega. Säärane aatom jääb sisuliselt küll sellesama elemendi aatomiks, kuid väljaspoole ta pole enam elektriliselt „neutraalne“, vaid käitub kui positiivselt laetud pisese. Teaduslikus keeles öeldakse säärasel korral, et aatom on „ioniseeritud“.

Iga üksikut elementi iseloomustab elemendi aatomituuma elektrilaengu suurus. Kõige lihtsamal juhul on see laeng 1 — siis on tegemist vesinikuga; on tuuma laeng 2 — siis on tegemist juba heeliumiga jne. Kõige keerulisem juhtum on, kus tuumalaenguks on 92 — siis on tegemist uraaniga. Seega on igal keemilisel elemendil oma kindel järjekorranumber, mis näitab tuumalaengu suurust. Kui tuumalaengu suurus peaks kuidagiviisi muutuma, siis on juba endise elemendi asemel tekkinud hoopis uus element, tähendab siis on aset leidnud säärast liiki toiming, millest keskajal unistasid alkeemikud. Aatomituum ise osutus veelgi palju väiksemaks kui aatom tervikuna, s. t. kui tuuma ümber asetsevate elektronide piirkond läbimõõdus. Kui eespool on öeldud, et umbes 100 miljonit aatomit kõrvuti pandult annaksid pikkuse 1 sentimeeter, siis käib see juhu kohta, kus aatomi suurust arvestatakse elektronide piirkonna koguläbimõõdu najal. Kui aga mõttes neid elektrone üldse kõrvaldada ja piirduda ainuüksi tuumadega, siis selgub, et läbimõõt osutub veel ligi 100 000 korda väiksemaks. Kui pilti tugevasti suurendada, nii et tuum paistaks nõõpnõelapea suurusena, siis tuleks seega lähemat ümbritsevat elektroni otsida alles mõnesaja meetri kaugusel! Vahepeal asetseb „tühi“ ruum.

Tuum on aatomi kõige olulisem osa. Uurida aatomit, tähendab seega õieti uurida tema tuuma. Üheks tähtsaks võtteks meie kaasaegsetel uurimistel on tuumade „pommitamine“ elektronidega, teiste tuumadega või ka teiste tuumaosakeste abil. Iga tuuma õnnestunud tabamise puhul võib siis Wilsoni kaamera abil jälgida vastavaid tagajärgi, näiteks tuuma lagunemist või muud muutumist. Kõik sellelaadilised katsetused on veenvalt tõendanud, et elementide muutumatusel ei saa olla juttugi. Tuumad võivad teatavail eeldustel muutuda, seejuures sageli vägagi keerulisel viisil.

On ühtlasi selgunud, et tuumad ise koosnevad mitmet liiki osakestest. Ühe liigi moodustavad nn. p r o o t o n i d. Vesiniku aatomi tuum kui kõige lihtsam tuum üldse koosneb ainult ühest protonist. Teiseks tuuma osakeste tähtsaks eriliigiks on nn. n e u t r o n i d. Neutron erineb protonist ainult selle poolest, et ta ei kannu mingit elektrilaengut; proton aga kannab elektrilaengut, mis on täpselt võrdne elektroni laenguga, kuid on positiivne, mitte negatiivne. Protonit ei tohi ära segada positronidega — viimane on oma massi poolest protonist 2000 korda väiksem.

Heeliumi tuum koosneb kahest protonist ja kahest neutronist ning on seetõttu vesiniku tuumast juba 4 korda raskem. Üldse aga valitseb seadus, et mida rohkem prootoneid esineb tuumas, seda rohkem on seal ka neutroneid. Tavalise uraani tuumas on näiteks 92 protonit ja 146 neutronit — seega on kogukaal 238. Selline haruldane uraan aga, mille aatomikaaluks on 235, sisaldab tuumas ikkagi 92 protonit (muidu ta ei oleks enam uraan!), kuid ainult 143 neutronit.

Peale protonite ja neutronite esinevad tuumades veel teised osakesed. Nende selgitamine ja uurimine on tänapäeva teaduse üheks tähtsaks ülesandeks.

Üsna õpetlik on piltlikult kujutella seda tohutut elektrijõudu, mis hoiab aatomis ümbritsevaid elektrone tuuma läheduses. Piisab väikesest arvutusest. Kui võtta ainult 1 gramm vesinikku ja igas tema aatomis eraldada elektron tuumast ning koguda kõik sel teel saadud elektronid ühte kohta, kõik ülejäänud tuumad (positiivse laenguga protonid) teise kohta, siis lihtne arvutus näitab, et sel juhul tekiks neis kohtades tohutu elektrihulga kuhjumine ja määratu suur elektriline külgetõmbejõud nende kahe koha vahel. Isegi siis, kui need kohad valida nii kaugel teineteisest, et üks koht asuks maakera põhjanabal, teine aga maakera lõunanabal (13 000 kilomeetrit vahemaad otsesihis!), oleks külgetõmbejõud ikkagi veel 60 tonni. See lihtne kaalutus näitab, millist olulist osa etendab elektriline jõud aatomis.

Toimingud aatomi sisemuses on tihedalt seotud kiirgamisnähtustega. Võrdlemisi nõrgaiseloomuga kiirgust tajume tavalise valguse näol; selle tekitajaks on elektronide asendite ümberpaigutus tuuma ümbritsevas elektronide parves. Looduses esineb aga ka mitmet liiki teistsugune kiirgamine, mis silmaga pole enam otseselt tajutav, kuid mille mõju saab avastada teisel teel. Nii näiteks kujutavad raadiolained erikujulist kiirgamist, mida avastab kõigile tuntud raadiovastuvõtja. Ärstiteaduses rakendatakse laialt nn. röntgeni kiiri, mis tungivad kehadest läbi ja mõjuvad päevapildiplaadile, mitte aga otseselt silmale. On olemas ka erakordselt suure energia tagavaraga kiired nn. „gammakiirte“ näol, mis väljuvad näiteks raadiumist, — ka viimaseid kasutatakse tänapäeval haiguste arstimiseks. Gammakiired pärinevad juba toimingutest, mis leiavad aset aatomi tuumas.

Kõigil neil kiirtel on ühine, määratu suur levimiskiirus tühjas ruumis — 300 000 kilomeetrit sekundis. Seda kiirust kutsutakse lihtsalt „valguskiiruseks“; täpsem oleks vahest nimetus „kiirguse levimiskiirus“.

Kiirgus, mis tekib tänu elektronide ümberpaigutustele väljaspool tuuma, kannab endaga kaasas võrdlemisi väikese energiatagavara. Seevastu aga kiirgus, mis tekib tänu osakeste ümberpaigutusele aatomi tuumas endas, või tänu selle tuuma osalisele lagunemisele (nagu raadiumi puhul), sisaldab väga suurt energiat. M. Planck selgitas esimesena, et ta kiirgus toimub suure koguse pisihulkade näol, „kvantide“ näol, nagu öeldakse teaduslikus keeles. Iga kiirguskvant ehk foton kannab endaga kaasa teatava hulga energiat, mis levib läbi tühja ruumi kiirusega 300 000 kilomeetrit sekundis. Kvantide väiksusest annab tunnistust asjaolu, et 1 kilovatt-tunni energia saamiseks oleks tarvis koguda näiteks gammakiirguse kvante säärasel hulgal, mis väljendub arvuga 22, mille taha on veel kirjutatud 18 nulli.

Einstein juhtis esimesena tähelepanu asjaolule, et kiirgus ja üldse energia võib tekkida kehasse kogutud materiaarvel. See Einsteini oletus tundus esialgu õige imelikuna, kuid hilisemad uurimised kinnitasid, et Einsteinil oli täielikult õigus. Kui näiteks raadiumi aatomituumad saadavad lagunedes kiirgust välja, siis võib õige suure täpsusega mõõta raadiumist tekkinud teiste elementide aatomite kaalu ja ühtlasi mõõta sel puhul väljunud kiirguse koguenergiat. Nende andmete kõrvutamine näitab, et saadud uute elementide kogumass, koos veel ülejäänud raadiumi enda massiga osutub pisut vähemaks kui seda oli algul võetud raadiumihulga mass. „Kadumaläinud“ massi Einsteini eeskirja kohaselt ümber arvutades, saame just selle energia hulga, mis on välja läinud kiirguse näol.

See on väga suure põhimõttelise tähtsusega tõsiasi, milles tänapäeval pole enam põhjust kahelda.

Tuleb aga tähendada, et looduses esinev massi asetumine energiaga (näiteks kiirgusenergiaga) toimub väga huvitavas vahekorras: keha massi vähenemine ühe grammi võrra, kui see mass muutub kõik energiaks, annab 25 miljonit kilovatt-tundi energiat. Võtame arvesse, et Nõukogude Eesti kogu elektrienergia toodang peab 1950. aastal viis-aastakuplaani kohaselt moodustama 400 miljonit kilovatt-tundi. Säärane hulk nõuaks katlakolletes vähemalt 50 000 tonni kõige parema kivisöe ärapõlemist, kusjuures möödapääsemata kaod pole üldse arvestatud. 1 grammi massi täielik muutumine energiaks suudaks aga üksinda juba katta 6% ENSV elektri aastasest kogutoodangust 1950. aasta tasemel!

Sel asjaolul on aga ka teine külg: kui 50 000 tonni kivisütt annavad ärapõlemisel 400 miljonit kilovatt-tundi energiat, kusjuures 1 gramm massi on samaväärne 25 miljoni kilovatt-tunniga, siis peab sellest järeldama, et 50 000 tonni kivisöe ärapõletamisel „läheb kaduma“ 16 grammi massi, mis muutub energiaks. See seletabki „keemilise energia“ päritolu. Kuidas see tuleb, et seda „massi kadumist“, õigemini massi muutumist energiakujuliseks materjaks, Lavoiser ja temale järgnenud keemikud pole tähele pannud? Väga lihtsal põhjusel: massi puudujääk on suhteliselt niivõrd väike, et ühedki kaalud ei too puudujääki esile. 50 000 tonni kivisöe põletamissaadused kaaluvad kokku peaaegu 200 000 tonni. Katsugu keegi säärase koguse puhul avastada 16-grammilist puudujääki.

Aine põlemine on keemiline toiming, kus nagu tänapäeval kindlakujuliselt teame, on mängus ümberpaigutused mitte aatomituumades enestes, vaid ainult ümbritsevate elektronide parves. Sääraste elektronide ümberpaigutuste puhul vabaneb suhteliselt vähe energiat — on ju ka elektronid ise tuumaga võrreldes üsna väikese kaaluga. Ja siiski tugineb kogu senine tehnika ikkagi neile mõõduka võimsusega jõuallikatele, mis peituvad keemilistes toimingutes, näiteks kütteaine ärapõletamises, sest kogusummas annavad need keerulised jõuallikad ikkagi väga silmapaistva energiahulga rahvamajandusele. Mitu tuhat korda jõulisemaks muutuks aga kogu rahvamajandus, kui jõuallikatena panna mängu mitte enam keemilised nähtused, kus tegemist on ainult elektronide ümberasetamisega, vaid toimingud, kus muutuvad aatomite tuumad ise, sest säärase toimingute puhul, nagu tänapäeval teame, leiab tavaliselt aset üsna märgatava massihulga ümbervahetumine energiaks. Võtame arvesse, et juba ainult ühe grammi vahetusväärtus on 25 miljonit kilovatt-tundi! Sellega võrreldes jätab senine kütteaine ärapõletamise võte kilovatt-tundide saamiseks päris kah-

vatu mulje. Aatomi põhiline energiatagavara peitub aatomituuma massis.

Nagu öeldud, ei tule tänapäeval enam kahelda selles, et kehas peituv mass võib tõesti teatavil tingimusil muutuda kiirguseks, ning ka ümberpöörduvalt. 1933. aastal õnnestus Wilson'i kaamera esimene ülesvõte sündmusest, kus gammakiirguse kvant tekitab ühe elektroni ja ühe positroni korruga, ise seejuures muidugi kadudes, kuna kiirguse kvandi energia kulub siis parajasti ära elektroni ja positroni kehamassi loomiseks. Kinnitust on leidnud ka vastupidine toiming: elektroni ja positroni kokkupõrkel hävinevad mõlemad, kuid nende asemel tekib vastava energia hulgaga varustatud gammakiirte kvant. Sedaliki nähtuste uurimistega on viimase 20 aasta vältel tegelnud nii nõukogude kui ka välismaade füüsikud.

Endisel teraval vahetegemisel kehamassi ja energia vahel puudub seega õige alus. Mitte kehamassi jäävuse seadus omaette ja energia jäävuse seadus omaette, vaid üks ühine materia jäävuse seadus, mis haarab niihästi materiat kehalises vormis kui ka energiat materiaalse ilmega loodusnähtusena. Kehast eraldunud kiirgus näiteks on samaväärne materiaga, kuid omapärasel, erilisel vormis, millisele asjaolule varem ei pühendatud küllaldaselt tähelepanu.

Kuid milline põhiline vahe on siis kehadesse koondatud materia ja kiirgusolekus oleva materia vahel? Kaasaegne teadus suudab sellele küsimusele üsna selgekuuliselt vastata.

Kiiruse kasv näitab keha puhul ühtlasi tema energia kasvu. Kui keha juhuslikult püsib paigal, siis tema energiatagavara (muud tegurid, nagu temperatuur jne., kõrvale jättes) on väiksem kui liikumisolekus. Nagu eespool on seletatud, võib energia tagavara ümber hinnata samuti massiks. Kuna paigalseisu puhul keha energia on kõige väiksem, siis säärase ümberarvestuse juures paigalseisu puhul on keha mass kõige väiksem. Seda mõeldavat kõige väiksemat massi keha juures kutsutakse praegu keha „rahumassiks“. Newton pidas seda rahumassi keha alaliseks muutumatuks massiks igas olukorras, ka liikumise puhul. Newton eksis selles suhtes, kuid tema eksimus on täiesti mõistetav: massi kasv liikumise tagajärjel on tavaliselt niivõrd väike, et seda ei võigi märgata. Selleks, et massi kasvu suurus küüniks juba ühe protsendini rahumassist, oleks kehale tarvis anda kiirust 20 000 kilomeetrit sekundis! Võtame arvesse, et moodsa kahurikuuli kiirus on umbes 1 kilomeeter sekundis, et taevakehad meie linnutee piirides (sillega nähtavad tähed) liiguvad paremal juhul kiirusega mõnisada kilomeetrit sekundis. Seepärast pole imestada, et säärase „väikeste“ kiiruste puhul annab Newton'i mehaanika õigeid ennustusi, kuigi Newton'i eeldus massi muutumatusest pole just täpselt õige. Teistsuguseks muutub aga

olukord esemete puhul, kus kiirus on 100 000 kilomeetrit sekundis või rohkem. Raadiumist väljalendavad elektronid (nn. „betakiired“) omavad aga sääraseid kiirusi, ja seal ilmneb mõõtmiste puhul, et Newton'i poolt sõnastatud seadusi on vaja pisut õiendada.

Mida kiiremini keha liigub, seda suuremaks osutub tema tegelik mass, kuigi „rahumass“ jääb muidugi endiseks. Mida suurem on aga tegelik mass, seda rohkem energiat keha neelab, kui teda tahetakse veel kiiremini liikuma panna. Keha tegelik mass muutub tohutu suureks, kui keha kiirus on jõudnud valguskiiruse lähedale. Matemaatiline arvutus näitab, et keha tõelise valguskiirusega liikuma panna osutub üldse võimatuks, kui palju lisaenergiat meie selle keha juurde ka suunaksime: järevalt kasvav tegelik mass neelab ikka kõik ära, veel enne kui valguskiirus oleks saavutatud. Seega ei saa keha, millel on olemas oma kindel rahumass, kunagi liikuda valguskiirusega.

Ja ometi esineb looduses nähtuste levimine valguskiirusega: kõik kiirgusvahendid liiguvad nimelt just selle ülima kiirusega. Kuidas on see siis võimalik? Väga lihtsalt: kvandi rahumass on null, kvandil pole üldse rahumassi; kuid see tähendabki, et kvant pole mingi ese, keha, tavalises mõttes. Kui rahumass kaob, siis ja ainult siis võib juttu olla valguskiirusest. Veel enam: kui rahumass puudub, siis ei saagi teist kiirust olla, kui just valguskiirus; väiksema kiiruse puhul oleks, nagu arvutus näitab, energia alati null, tähendab ei oleks ei energiat ega massi, seega poleks üldse olemas mingit loodusnähtust. On aga rahumassi nulli puhul tegemist valguskiirusega, siis võib energia, seega ka tegelik mass, juba omada üht või teist kindlat väärtust. Nii ongi lugu kiirguskvantidega (foononitega): neil pole rahumassi, nad on seetõttu sunnitud levima just valguskiirusega ja võivad seejuures omada erineva energia: raadiolainete kvandid on väga nõrgajõulised, tavalise silmaga nähtava valguse kvandid pisut jõulisemad, röntgenikiirte kvandid juba üsna tugevad, raadiumist saadud gammakiirte kvandid väga tugevad. Olgu mõõdamines tähendatud, et kvandiga kaasatulev energiahulk on seda suurem, mida lähem on vastava kiirguse nn. „lainepikkus“. Arusaamatuste vältimiseks olgu veel öeldud, et kvantide liikumine valguskiirusega käib vaba tühja ruumi kohta; leidub aga liikumistekonna lähemas naabruses kehade aatomeid, siis võib kvandi levimiskiirus selles naabruses märgatavalt väheneda, nii et näiteks mõni elektron sealsamas võib kvandist isegi ette jõuda. Viimastliiki nähtustega ongi tegemist S. J. V a v i l o v i uurimistel „ülivalguskiirusega“ liikuvate elektronide kohta.

Seega siis vastus küsimusele, milline põhimõtteline vahe seisab materia kehavormi ja mateeria kiirgusvormi vahel, kõlab järgmiselt.

Kehakujuline mateeria omab alati märgatava rahumassi ja saab see-

tõttu liikuda vaid kiirusega, mis on valguskiirusest väiksem. Kiirgamiskujuline materia ei oma mingit rahumassi ja on sunnitud see-tõttu alati liikuma just valguskiirusega. Mõlemad materia esinemisvormid võivad ühest teise üle minna, kusjuures valitseb kindel vahetusvõrtus: 1 gramm on samaväärne 25 miljoni kilovatt-tunniga.

Materia kiirgamisvormis täidab kogu maailmaruumi; võib julgesti öelda, et kusagil ei jää enam selles suhtes „tühja“ kohta. Teame ju kõik näiteks, milline suur hulk tähti esineb maailmaruumis. Meie päike on üks nende seas. Kõik need tähed kiirgavad, saadavad välja igale poole kiirgusenergiat väga mitmesugusel kujul. Kus oleks säärane koht, kuhu see kiirgus ei tungiks? Võib julgesti öelda, et säärast kohta ei leidu. See kaalutus näitab, et Newton'i kujutus, kus ühelt poolt esinevad kehad, teiselt poolt „tühi“ ruum, ei taha hästi paika pidada. Meie tänapäeva teadmiste taseme kohaselt on palju õigem öelda, et „tühja“ ruumi pole üldse: tühjadeks pidas Newton neid kohti, kus puudusid kehad — kuid neis kohtades esineb jällegi materia, ainult kiiresti edasitormava kiirguse vormis.

Seega on tänapäeva teaduse kujutus looduse tervikust tunduvalt sügavam ja täiuslikum kui too, mille omandasime 1900. aasta paiku. Kadunud on kunstlikud vaheseinad ruumi ja materia vahel, samuti nagu on kadunud teravad vaheseinad keemiliste elementide vahel. See-eest on aga tunduvalt laienenud teadmine materia esinemise vormide mitmekesisusest. Kiirgamine kvantide näol on osutunud materia oleku erivormiks, samuti nagu teiseks materia vormiks on aatomid ja eriti nende tuumad. Taevakehad ei ole enam meie silmis muutumatud, vaid nende mass võib muutuda, sõltuvuses sellest, kuidas toimub nende kiirgus ja millised toimingud leiavad aset nende taevakehade aatomite tuumades. Küsimusele, kust võtab meie päike oma suure soojusetagavara, mida ta nii ohtrasti välja kiirgab maailmaruumi, sealjuures ka meie maakera parajal määral soojendades, võib nüüd juba anda õige vastuse: päikesel, kus aatomituumad on veel võrdlemisi algelises olekus, kus näiteks on veel väga suurel hulgal vesiniku aatomituumade, s. t. üksikuid prootoneid, toimub alatasa uute, keerukamate aatomituumade kujunemine just säärases suunas, mis toob endaga kaasa suurte energiahulkade vabanemise; sealt ka päikese soojus ja hiilgav kiirgamine. Päikese jahrenemist ei ole niipea veel karta; väga võimalik, et ta vahepeal võib isegi veel soojeneda!

Endise, kunstlikult metafüüsiliselt tükeldatud maailmapildi asemele on tulnud ühtlane pilt loodusest kui tervikust, mis on aga alalises liikuv-vas käärimise olekus, kus alalõpmata välja sureb see, mis on oma aja üle elanud ja vananenud, asendudes elujõulise uuega, kus üks ühine materia esineb kõikjal ja täidab kõik, vahetades alatasa oma vorme,

kuid tüürides üldjoontes ikkagi kindla edasiarenemise suunas. Ka vana küsimus salapärasest ajavoolust on, nagu selgub, tihedasti seotud mateeria arenemiskäiguga; aeg ilma mateeriata on täiesti tühi, sisutu sõna. Selle probleemi juures aga ei saa käesoleva kirjutuse piirides üksikasjalisemalt peatuda.

Vaadete murrangu piltlikuks selgitamiseks olgu lubatud veel üks võrdlus.

Kui küsida, mis on näiteks raudtee, siis ei saa rahulduda ainult säärase inimese seletusega, kes on näinud ainuüksi raudteejaama, mitte aga liikuvat rongi. Jaama einelauapidaja jutu alusel võib tekkida petlik kujutus, et raudtee on söömise ja joomise paik. Raudtee tegelik ja terviklik tähtsus avaneb vaid siis, kui arvestada rongide liiklemist selleks ettenähtud vabal teekonnal. Endise aja teadlane arvestas maailmas peamiselt kehade olemasolu — raudteejaamu meie poolt tarvitatud pildis; tänapäeva füüsika paneb suurt rõhku just kiirgamisnähtustele „tühjas“ ruumis — rongide tormamisele vabal teel meie piltlikus võrdluses.

See võrdluspilt on rakendatav veel teiseski mõttes. Reisijate transport raudteel toimub rongide kaupa. Kui me neid ronge võrdlesime praegu kiirgusega, siis ka selles mõttes peab pilt paika, et kiirgus toimub ka „pakkide“ kaupa, nimelt just kvantide kaupa. Samuti nagu üksik rong toimetab kohale teatava hulga inimesi, nii ka üksik kiirguskvant toimetab kohale kauge maa tagant teatava hulga energiat, mis siis peatuskohas (kehas) välja voolab ja muudab selle keha olekut. Samuti nagu raudteejaamast väljuvad ning jaama saabuvad rongid inimestega, nii väljuvad ka füüsikalisest kehast alalõpmata ning saabuivad teiselt poolt samasse kehasse kiirgusvahendid, mis viivad ära ja toovad kohale teatavaid hulki energiat. Mateeria voolavuses läbi kogu maailma etendab kiirgus ülitähtsat osa.

Me kõnelesime selle kirjutuse algul juba vanast eetrihüpoteesist. Tolleaegsete arvamuste kohaselt pidi kiirgus (mille all mõisteti eeskätt tavalist valgust) levima lainetusena selles „eetris“. Kujutus „eetrist“ oli loodud selleks, et vabaneda mõningatest raskustest Newton'i süsteemis. Kuid XX sajandil selgus lõplikult, et säärane eetrihüpotees ise kubiseb sisemistest vastuoludest. Eeter ei tohiks koosneda aatomeist, sest siis tekiks kohe küsimus, „mis on siis eetri aatomite vahel“? Peab ju eeter täitma kõik tühjad kohad ruumis. Pealegi näitasid täpsed katsetused, et eeter ei liigu ega seisa ka paigal. See on juba väga suur mõtteline raskus, millega ei saa kuidagi leppida. Mainitud raskused sundisid XX sajandil eetrihüpoteesist kui täiesti ülearusest loobuma. Kiirgamisnähtusi haarab tänapäeva teadus väga hästi, täiesti ilma „eetri“ kaasabitä, samuti nagu ta haarab ka salapärase gravitatsiooni

nähtusi paremini ja täpsemini kui seda võimaldas Newton'i õpetus. Ainult raadiosaadete puhul räägitakse tänapäeval veel „saadetest eetrisse“, kuid see on kujunenud paljaks kõnekäänuks, harjumuseks ilma erilise mõttega, nagu näiteks kõnekäändki „tänu jumalale“, või mõni teine selletaoline.

Materialistliku maailmavaate vaenlased on püüdnud ja püüavad tänapäevalgi loodusteaduste arengust välja lugeda materialismi „kokkuvõrsemist“. Eriti agaralt on igasugused targutajad kinni haaranud sellest, et pisikübemete, näiteks elektronide puhul tuleb ilmsiks liikumise allumine mitte enam mehaanika seadustele, vaid lainetuse levimise seadustele. Neil „lainemehaanika“ seadustel on aga see iseärasus, et nende najal ei saa enam täpselt ennustada üksiku pisieseme edaspidist käitumist, küll aga saab täpselt öelda, mis peab sündima, kui nende pisiesemete hulk on väga suur. Sellest püütakse kunstlikult välja lugeda, et üksikul elektronil on nagu olemas oma „vaba tahe“, mille järgi ta väljaspool loodusseaduste paratamatust „ise otsustab“, mida edaspidi ette võtta. Säärase vääropetuse levitamisega loodavad mitmed targutajad anda surmava hoobi materialismile. On iseloomustavaks jooneks, et just eriti neil teadusaladel, kus uuritakse looma- ja taimeriigi rakukeste elunähtusi, on säärased vassimispuüded mõnel pool leidmas kõlapinda, nagu seda väga selgesti paljastas akadeemik Lössenko augustis 1948 asetleidnud Lenini-nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia sessioonil.

Et siin tõepoolest on tegemist tagurlike eesmärkidega pahatahtliku sihikindla vassimisega, on kainel mõtlemisel kohe selge. Kui mõne küsimuse matemaatiline käsitus ei anna kõigis osades selget vastust, siis vihjab see ainult sellele, et mõned asjaolud on eeldustes jäänud arvestamata, — kas sellepärast, et need asjaolud on veel tundmatud, või sellepärast, et nad oma loomuse poolest on liiga keerukad. Sääraste eelduste puudumisel loomulikult puuduvad ka vastavad järeldused, tähendab pole võimalik ennustada, kuidas need kõrvalejäetud asjaolud lõpptulemust ikkagi mõjutavad. Väita, et viimane mõju tuleb uurimise all oleva eseme enda „tahtest“, on ilmne mõttetus. Kui püüame näiteks panna pliiatsit püsti seisma lauale, teravikuga allapoole, siis kukub pliiats ikkagi ümber. Kuhupoole ta kukub? Kord ühele, kord teisele poole. Kui ühelt poolt on puhumas väike tuuletõmme, siis ta kukub katsete kordamisel sagedamini just tuule sihis. See on kõik, mida saab sel juhul öelda ka kõige targem professor. Kas siit tuleb siis järeldada, et pliiats „ise valib“ omale igakord kukkumise suuna oma „tahte“ järgi? Säärane mõtteavaldus oleks vaid äärmise mõttevaesuse tunnus! Ümber selline on olukord ka nende küsimustega üksikelektroni käitumise kohta, mille puhul kvantide õpetus pole võimeline vastust andma: kus puudub

selge eelduste sõnastus, seal ei saa ka olla selgeid teoreetilisi järeldusi.

Mingisugusest materialismi ümberlökkamisest või kõigutamisest kaasaegses eesrindlikus teaduses pole juttugi. Vastupidi — kõik teaduse saavutused päevast päeva kinnitavad ikka selgemini, et just ainuüksi materialistlik mõtlemine viibki looduse saladuste järk-järgulisele avastamisele ja järjest paremale loodussündmustiku mõistmisele. Samm-sammult õpib inimene ikka sügavamini ja õigemini mõistma looduses valitsevaid rangeid seaduspärasusi. Alaline võitlus materia esinemisvormide vahel on kujukaks tõendiks just dialektilisele loodussündmustiku tõlgendusele. Maailm pole kunagi „valmis“, vaid ta on nagu areeniks vahetpidamata võitlusele vana ja uue vahel. Igavikust igavikuni kestab see võitlus, mis tänu sellele, et elujõuline uus paneb ennast alati maksma, osutub progressiks, arenguks.

Nõukogude teadusel on suured teened inimkonna silmaringi laiendamisel, eriti neis küsimustes, millest jutt oli käesolevas brošüüris. Rida tuntud nõukogude õpetlasi on teinud pöördelise tähtsusega avastusi materia loomuse põhiliste küsimuste alal. Kui seejuures veel arvestada, et kogu mateeriaküsimuse tänapäevane areng osutus võimalikuks just tänu N. J. L o b a t š e v s k i ja D. I. M e n d e l e j e v i geniaalsetele eeltöödele, siis võime rahuldustundega märkida, et meie suurele Nõukogude kodumaale kuulub aukoht kaasaegsete teaduslike põhi-vaadete väljakujunemise ajaloolises käigus.

Vastutav toimetaja O. Kirret

Tehniline toimetaja E. Ridala

Ю. Нуут. Наши современные знания о природе материи.
На эстонском языке.

Ladumisele antud 5. X 1948. Trükkimisele antud 21. X 1948. Paber 61×86 cm ¹/₁₆. Trükiarv 4000.
Trükitähti trükipoognas 46 368. Trükipoognaid 1,75. Arvutuspoognaid 1,81 MB-08568. Tellimise nr. 1729.
Graafikatööstus „Oktoober“, Tallinn, Tartu mnt. 49.

Rbl. 1.—

Trükivigu

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema	Kelle süü läbi viga tekkinud
14	4. ülalt	tavaliselt	tavalisest	Toimetus
20	2. ülalt	nõrgaiseloomuga	nõrga iseloomuga	»