

POPULAARNE SARI  
MARKSISMI-LENINISMI ALALT

A. I. UJOMOV

MIS ON MATEERIA  
JA MILLINE  
ON TEMA EHITUS

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1957

2-41442

A-21413 II

POPULAARNE SARI MARKSISMI-LENINISMI ALALT

---

A. I. UJOMOV

MIS ON MATEERIA JA  
MILLINE ON TEMA EHTUS

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1957

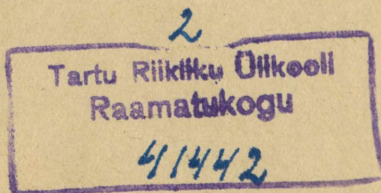
Originaali tiitel:

А. И. Уёмов

ЧТО ТАКОЕ МАТЕРИЯ  
И КАКОВО ЕЁ СТРОЕНИЕ

Госполитиздат, 1956

*Tõlkinud J. Rebane*



Mis on materia? Milline on tema ehitus? Need küsimused on väga pika aja jooksul huvitanud inimkonda. Nendele küsimustele vastuse leidmine on vajalik selleks, et luua õige kujutus ümbritsevast maailmast, et teada, mis on maailma aluseks ja kuidas on võimalik maailma tunnetada. Teadust, mis uurib neid küsimusi, nimetatakse **filosoofiaks**.

Kuid materia ja tema ehituse küsimused on tähtsad mitte ainult filosoofiale, vaid ka meie praktilisele tegevusele. Nende suhtes on vaja selgusele jõuda selleks, et õppida juhtima looduses toimuvaid protsesse.

Ligi kolm tuhat aastat tegelevad mitmesuguste maade filosoofid, füüsikud, keemikud ja teised õpetlased nende küsimustega. Selle aja jooksul on inimesed saanud väga palju teada looduse kohta ning õppinud oma huvides kasutama võimsaid loodusnähtusi, mis varem olid talle arusaamatud. Meie elame niisugusel ajastul, kus inimkond on asunud endale alistama uut kolossaalset loodusjõudu — aatomienergiat.

Käesolevas väikeses raamatus ei ole võimalik jutustada kõigest, mis on teada materia ja tema ehituse kohta. Sellepärast on siin jutt ainult kõige tähtsamast.

Meie kaasaegseid teadmisi materia ja tema ehituse kohta on kõige parem esitada selles ajaloolises järjekorras, milles nad on kujunenud. Sel juhul

lugeja ise justkui käib läbi sellesama teekonna, mille on paljude sajandite jooksul läbi teinud õpetlased, püüdes avastada looduse saladusi.

Inimkond liigub tõe poole, võites oma teekonnal paljusidki eksiarvamusi. Tõde võidab võitluses nende eksiarvamuste vastu. Sellepärast tuleb meil peatuda mitte ainult õigetel vaadetel, vaid ka ekslikel seisukohtadel, — muidugi ainult sel määral, kui võrd see on vajalik tõe paremaks mõistmiseks.

## 1

### **KUIDAS VANA-AJA MÖTTETARGAD PÜÜDSID LEIDA KÕIGI ASJADE ALUST**

Vaatame meid ümbritsevat maailma. Me näeme siin kõige mitmekesisemaid asju ja nähtusi. See mitmekesisus on niivõrd rikkalik, et paljud asjad ja nähtused näivad üksteisest täiesti erinevatena. On raske leida midagi ühist niisugustes asjades nagu näiteks kivi ja vesi, maa ja tuli, õhk ja raud, päike ja ülipisike tolmutüve.

Kuid pole raske märgata, et sageli tekivad mõned asjad teistest asjadest, mis näevad välja hoopis teisiti. Suur, võimsa krooniga tamm kasvab väikesest tõrust. Maitsev, pehme nisuleib ei sarnane hoopiski nende teradega, mis kasvavad põllul, kuid ometi on ta küpsetatud jahust, mis on valmistatud neist teradest.

Ja tekibki küsimus: võib-olla on kõik asjad tekkinud mingist ühest ainest — «kõikide asjade alusest»?

See küsimus on juba ammu inimestes huvi äratanud, kes püüdsid jõuda selgusele, mida kujutab endast meid ümbritsev maailm.

Ligikaudu kaks ja pool tuhat aastat tagasi elas vanas Kreekas, Mileetose linnas, õpetlane-filosoof **Thales** (umbes 624.—547. a. e. m. a.), keda kõik tema sügava mõistuse ja ulatuslike teadmiste pärast kutsusid mõttetargaks. Räägitakse, et ta tegi palju mitmesuguseid leiutusi, oskas ennustada päikesevarjutust.

Thales otsustas, et kõik maailmas on tekkinud veest ja et iga asi kujutab endast ühel või teisel määral tihenendud või hõrenendud vett, analoogiliselt sellele, nagu jää on külmunud vesi. Sellele järeldusele tõid Thalesi nähtavasti tähelepanekud, et kõik asjad muutuvad kuivades kergemaks. Selle najal otsustas ta, et kõik asjad sisaldavad vett. Peale selle teadis ta, et maad ümbritseb meri. Vanade kreeklaste arvates ujus maa ookeanis.

Thalese õpilane **Anaximenes** aga jõudis veendumusele, et kõige aluseks on õhk. Õhku, nagu arvas Anaximenes, võib leida kõikjalt, sealhulgas ka veest, sest kui vees ei oleks õhku, kuidas siis saaksid seal elada kalad?

Thalese teise õpilase **Anaximandrose** arvates ei ole kõigi asjade aluseks mitte mingi konkreetne aine, mida võib sellisena leida looduses, vaid kõige aluseks on midagi erilist, mis erineb kõigest sellest, mida me näeme eneste ümber. Seda ainet nimetas ta «apeironiks», mis kreeka keeles tähendab «määramatu», «piiritu». Anaximandrose arvates on kõik asjad moodustunud just «apeironi» mitmesugustest erikujudest.

Edasi esitasid kreeka filosoofid **Empedokles** ja **Aristoteles** seisukoha, et maailma aluseks on neli ainet — vesi, õhk, tuli ja maa.

Samasugusel seisukohal oli üks vana-india filosoofia suundi, mida nimetati **tšarvaka**. On huvitav märkida, et kuigi vana-kreeka ja vana-india filo-

soofide vahel ei olnud otsest arvamuste vahetust, rääkisid vana-india filosoofid samast neljast ainet, millest rääkisid vanad kreeklasedki.

XI—VIII sajandil enne meie ajaarvamist tekkis vana Hiina filosoofias suund, mis oli arvamisel, et maailma aluseks on mitte neli, vaid viis ainet — vesi, tuli, maa, metall ja puu.

Muidugi ei saa neid vana-aja filosoofide vaateid tunnistada täiesti õigeks. Praegu on hästi teada, et kõik asjad ei koosne täielikult neist ainetest, millest rääkisid antiikaja filosoofid.

Kuid nende mõttetarkade vaated olid ikkagi üks esimesi tähtsaid samme ümbritseva maailma õige mõistmise poole. Nad aitasid inimestel vabaneda usulistest kujutlustest, mille kohaselt kõik on loodud mitte millestki jumalate poolt.

Religiooniga on ülitihedas seoses idealistlik filosoofia. Mõned filosoofid, nagu näiteks vana-kreeka filosoof **Platon**, õpetasid, et meile nähtav maailm on ainult mingi saladusliku, sealpoolse ideede-maailma muutlik, ebapüsiv vari. Nende arvates on olemas mingi kehata vaim, mis on igavene ja muutu-matu. See vaim olevatki maailma tõeliseks aluseks. Niisuguseid filosoofe hakati nimetama **idealistsideks**, nende suunda tervikuna aga — **idealismiks** (sõnast «idee»).

Usulised vaated ja nendega seotud idealism olid kasulikud ühiskonna valitsevatele klassidele, rikkastele inimestele. Usk, et kõik toimub jumalate tahtel, takistas rahvahulkade võitlust oma rõhujate vastu.

Vastupidiselt idealistidele väitsid Thalese ja tema õpilaste taolised filosoofid, et kõikide asjade aluseks ei ole vaim, mida keegi iialgi ei ole näinud, vaid reaalne aine, mis mõjutab meie meelega. Edaspidi hakati niisugust kõige eksisteeriva alust nimetama **mateeriaks**. Filosoofe, kes olid arvamisel,

et kõige aluseks on mitte vaim, mitte idee, vaid materia, hakati nimetama **materialistideks** ja nende suunda — **materialismiks**.

Materialistide väide, et maailm kujutab endast mitte jumalate loomingu, vaid mitmekesiseid materia vorme, õõnestab religiooni aluseid. Sellepärast toimub juba antiikajast alates materialismi ja religiooni vahel äge võitlus. Niihästi antiikajal kui ka hiljem kasutab religioon võitluses materialismi vastu vägivalda. Näiteks tõsteti vana-kreeka filosoofi, materialisti Anaxagorase vastu süüdistus jumalasalgamises ja ta mõisteti surma selle eest, et ta ei pidanud Päikest jumaluseks, vaid ainult hõõguvaks materiaalseks massiks. Üksnes tänu oma sõbra, antiikse Kreeka väljapaistva riigitegelase Periklese vahelesegamisele õnnestus Anaxagorasel surmanuhtlusest pääseda.

• Kui idealism on religiooni teenistuses, siis materialism aitab kaasa loodusteaduste arenemisele. Materialistliku filosoofia side teadusega on täiesti arusaadav. Teaduse ülesandeks on tunnetada meid ümbritsevat maailma. Teadus ei saa täita seda ülesannet, kui ta lähtub idealistlikust seisukohast, mis tunnustab saladuslike sealpoolsete jõudude olemasolu, kes juhtivat maailma. Materialistlik seisukoht, mille järgi maailm kujutab endast mitmesuguseid materia vorme, kusjuures me võime materiat oma meelega abil tunnetada, on teaduse arenemise hädavajalikuks eelduseks.

Antiikaja õpetlased-materialistid ei piirdunud sellega, et nad püüdsid jõuda selgusele kõigi asjade aluse suhtes. Nad astusid ühtlasi ka tähtsa sammu materia ehituse küsimuse lahendamisel.

Võtame tüki mingit ainet, näiteks savi. Lõikame selle pooleks. Saadud poole jagame jällegi pooleks ja nii edasi. Kui kaua me võime niimoodi pooli-

tada? Kas lõpmatuseni, või me jõuame poolitamise piirini, s. o. saame niisugused aine osakesed, mida ei saa enam edasi poolitada? Kas osakestega, milledest koosnevad ained, on täidetud kogu selle aine maht või ainult mingi osa sellest mahust?

Meile näib, et meid ümbritsevad kehad on absoluutselt pidevad, s. o. et neid moodustavate osakeste vahel ei ole mingeid tühemikke. Kuid tegelikult see ei ole nii. Abdeera linnast pärit vanakreeka filosoof, materialist **Demokritos** (umbes 460.—370. a. e. m. a.) esitas teooria, mis pani aluse õigetele kujutlustele mateeria ehitusest. Analoogilisi vaateid esitas ka vanas Indias näiteks filosoof **Kanada**.

Vastavalt Demokritose õpetusele ei ole materiaalsed kehad katkematu, pidev mass, nagu see meile näib, vaid nad koosnevad suurest hulgast üksikuist nähtamatuist, üksteisest tühemikkudega eraldatud osakestest. Jagada asi osadeks — tähendab eraldada ühed osakesed teistest. Neid osakesi endid aga ei saa Demokritose arvates mingite jõududega jagada osadeks, nad on jagamatud. Sellepärast nimetas Demokritos nad **aatomiteks**, mis kreeka keeles tähendab «jagamatud». Demokritos õpetas, et aatomid liiguvad lakkamatult neid ümbritsevas tühjuses, ühinevad pidevalt omavahel ja eralduvad üksteisest. Tänu sellele aatomite ühinemisele ja üksteisest eraldumisele tekivad kõik asjad, leiavad aset kõik loodusnähtused.

Millest siis oleneb asjade ja nähtuste mitmekesisus? Mispärast ühed kehad erinevad nii suuresti teistest, kui nad kõik koosnevad ühtmoodi aatomitest? Millega on seletatavad mitmesugused aine omadused? Võib-olla on aatomitel enestel olemas kõik need omadused, mida me võime märgata asjades?

Viimasele küsimusele vastas Demokritos järgmiselt. Aatomitel enestel ei ole ei värvi, ei lõhna, ei maitset, ei kõvadust ega painduvust. Neil on ainult teatud suurus ja vorm ning nad võivad ühineda üksteisega mitmesugustes kombinatsioonides. Aatomite vormide, suuruse ja kombinatsioonide mitmekesisusega ongi seletatav meid ümbritseva maailma mitmekesisus. Ühed aatomid, rääkis Demokritos, on väiksed, teised — suured, ühed on siledad, teised — nurgelised ja konksulised ja nii edasi. Seda Demokritose õpetust selgitades kirjutas vana-rooma filosoof, materialist **Lucretius**, et õli imbub kurnamisel aeglasemalt läbi kui vesi, sest õli aatomid on vee aatomitest suuremad; mesi ja piim tekitavad meeldiva aistingu, sest nad koosnevad ümmargustest ja siledatest osakestest, kuna kibedad ja vänged ained koosnevad konksulistest ning teravatest osakestest, mis on üksteisega tihedasti läbi põimunud ning mis nendega kokkupuutumisel ärritavad keelt. Tahkete ainete aatomid on üksteisega kõvemini seotud kui vedelikkude ja gaaside aatomid.

Kuidas aga jõudis Demokritos veendumusele, et kõik koosneb aatomitest? On ju aatomid silmale nähtamatud. Me ei saa neid näha isegi praegu, kus meie käsutuses on võimsad suurendusabinõud.

Mõttele, et materia ehituse aluseks on aatomid, jõudis Demokritos arutluste ning mitmesuguste ümbritsevas looduses esinevate faktide kõrvutamise tulemusel. Kahjuks ei ole Demokritose teosed säilinud. Peaaegu üldse ei ole säilinud ka Demokritose järelkäija — **Epikurose** teosed. Kuid meieeni on tervikuna säilinud teos «Asjade olemusest», mille autoriks on Lucretius, tuline Epikurose õpetuse pooldaja. Selle teose põhjal, kus Lucretius luulevormis üksikasjaliselt esitab antiikaja filosoof

fide õpetuse mateeria aatomilisest struktuurist, võib luua endale kujutluse vana-kreeka atomistide arutluste käigust.

Kõigepealt tõestab Lucretius, et kuigi aatomeid ei ole võimalik näha, ei tähenda see sugugi, et neid ei ole olemas. Niisuguste osakeste olemasolu tõestab näiteks see, et me kuuleme hääli, tunneme lõhnasid, kuigi me ei näe, kuidas need tungivad meie kõrvu ja ninna. Mererannal muutuvad riided niiskeks, päikese käes aga kuivavad. Ometi aga pole võimalik näha, kuidas niiskus riietesse imbub ja kuidas ta sealt kaob.

Seega jaguneb vesi nii pisikesteks osadeks,  
Et nähtamatud on täiesti nad meie silmale.

Veetilk uuristab kivi, sõrmus muutub sõrmes järk-järgult üha õhemaks ja õhemaks, adranina kulub kändmisel samuti märkamatuult, tänavasillutus kulub inimeste jalgade all. Kõigest sellest, ütleb Lucretius,

Meile on ilmne, et asi kuludes väheneb,  
Kuid näha kehi, mis iga hetk temast lahkuvad,  
On kiivalt meie silmale keelanud loodus.

Edasi räägib Lucretius sellest, et aatomid on alalise liikumise olekus. Ta võrdleb aatomite liikumist õhus toimuva tolmutõrgete liikumisega, mida võib näha päikesekiire valguses. Aatomite liikumise protsessis aset leidvate kokkupõrgete tulemusel tekiavad mitmesugused aatomite ühendid. Need ühendid võivad olla suurema või väiksema stabiilsusega, olenevalt aatomite vormist: konksulised aatomid ühinevad kõvemini kui siledad. Aatomite liikumine on võimalik selle tõttu, et neid ümbritseb tühjus.

Seega koosneb vana-kreeka atomistide vaadete kohaselt kogu maailm ainult aatomitest ja tühjust. Ei ole mingit jumalikku jõudu, mis looks asju ja nähtusi. Asjad tekivad ja kaovad ainuüksi aatomite ühinemise ja üksteisest eraldumise tõttu. Niisuguse ühinemise ja eraldumise tulemusel tekivad ja kaovad üksikud asjad, aatomid aga eksisteerivad igavesti ja nende arv ei muutu: niisama palju, kui ühtedest asjadest väheneb, tuleb teistele asjadele juurde. Lucretius astub järsult välja religiooni vastu.

Siin aluseks võtame niisuguse vaate:

Ei teki eimillestki midagi jumala tahtel.

Ja surelikke hirm üksnes seetõttu hõlmab,

Et paljut nii maapeal kui taevas nad sageli näevad,

Mille põhjust nad kuidagi mõista ei suuda . . .

Atomistlik teooria seletas loodusnähtusi looduslike põhjustega ning vabastas seega inimesed ebausklikust hirmust salapärase, üleloomulike jõudude ees.

Ebausklikud inimesed antiikses Kreekas olid arvamusel, et kui lööb välku ja müristab, siis see tähendab, et peajumal Zeus on vihane. Miks aga ei saa Zeus saata välku ja müristamist selgest, pilvedeta taevast? Sellepärast — ütleb Lucretius — et müristamine ei teki jumalatest, vaid pilvede kokkupõrgetest. Välg aga helgib sellepärast, et pilved lõovad üksteisega kokku põrgates välja palju tuld.

Analoogiliste looduslike põhjustega seletab Lucretius tuule ja pilvede, vihmade ja maavärisemiste tekkimist. Kõik need nähtused muutuvad atomistliku teooria seisukohalt lihtsaks ja arusaadavaks.

Kõik muu, mis üleval kasvab ja tekib,

Kõik üldse, mis ülal pilvedes toimub:

Nii tuuled ja rahe, nii lumi ja hallanõelad

Kui ka kõikvõimas pakane — vägev ahel niiskusele  
Ja jõgede seisak, mis kõikjal peatab voolu, —  
Seletub äärmiselt kergesti; ja on mõistusele täiesti aru-  
saadav,

Kuidas kõik tekib ja millisest jõust sünnib,  
Kui sa hästi oled mõistnud elementide omadusi.

Tänapäeva teaduse seisukohalt näivad need mitmesugused loodusnähtuste seletused muidugi äärmiselt naiivsetena. Tegelikult ei ole müristamist, välku ja paljusid teisi loodusnähtusi hoopiski võimalik seletada nii lihtsalt, nagu arvasid antiikaja atomistid. Kuid sellest hoolimata näitasid vanakreeka materialistid, et võimsaid loodusnähtusi, mis varem olid arusaamatud ning tekitasid inimestel ebausklikku hirmu ja õudust, on võimalik seletada, ilma et oleks vaja eeldada mingit üleloomulike jõudude vahelesegamist. Selles seisab antiikaja filosoofide-materialistide hiiglasuur teene. Seda teed edasi minnes ongi teadus saavutanud kaasaegse kõrge taseme oma arenemises.

## 2

### **MIDA ARVASID MATEERIAST JA TEMA EHITUSEST XVII—XVIII SAJANDI FILOSOOFID-MATERIALISTID**

Antiikaja filosoofide-materialistide suurepäraseid mõtteid materia ja tema ehituse kohta jäid peagi paljudeks sajanditeks unustuse hõlma. See leidis aset järgmistel põhjustel.

Antiikmaailma, sealhulgas Kreeka ja Rooma ühiskond koosnes orjadest, kellel ei olnud mingeid õigusi, ja orjapidajatest, kes valdasid orje kui kariloomi. Orjade ja orjapidajate vahel toimus äge

võitlus. Sellest võitlusest kurnatud vana Rooma impeerium, mis hõlmas suurt osa Euroopa territooriumist, üht osa Aasiast ja Aafrikast, varises põhjast tulnud hõimude hoopide all V sajandil m. a. j. kokku.

Üheskoos vana ühiskonna hävinguga kadus ka vana kultuur; õpetlaste ja filosoofide tööd unustati. Rooma impeeriumi varemetel tekkinud uutes riikides, nagu Inglismaal, Prantsusmaal, Saksamaal, oli kirikul suur mõju. Kirik muutis filosoofia teoloogia teenriks. Kui õpetlased avaldasid mõtteid, mis läksid mingil määral lahku usulistest vaadetest, siis kiusati neid julmalt taga, pandi vangi, põletati tuleriitadel. Leidus üksikuid mehiseid õpetlasi, kes kirjiku terrorist hoolimata esitasid õigeid mõtteid, kuid niisugustes tingimustes ei saanud õpetus materiast ja tema ehitusest muidugi areneda. Nii kestis ligi tuhat aastat.

Kuid ühiskond arenes edasi. Tasapisi hakkas tekkima tööstuslik tootmine. Kaupmeeste laevad hakkasid kündma meresid ja ookeane. Avastati Ameerika ja mereteed Indiasse. Soovides teenida rohkem raha, püüdsid töösturid ja kaupmehed täiustada oma ettevõtteid, tagada oma laevadele ohutut sõitu meredel ja ookeanidel. Selleks aga läks vaja mitte religiooni, vaid teadust, eeskätt mehhaanikat, matemaatikat, astronoomiat. Suurt osa nende teaduste arenemises etendasid silmapaistvate õpetlaste **Kopernikuse, Galilei, Kepleri** tööd.

Sellega seoses meenus uuesti antiikaja rahvaste kultuur, meenusid nende teadus ja filosoofia. Paljud filosoofid ei piirdunud antiikaja materialistliku filosoofia taastamisega, vaid arendasid seda ka edasi. Nii kerkisid Inglismaal XVII sajandil esile niisugused suured filosoofid-materialistid nagu **Bacon ja Hobbes**, Prantsusmaal — **Descartes**, Hol-

landis — **Spinoza**. Venemaal arendas XVIII sajandil materialistlikke vaateid **M. V. Lomonossov**.

Oma õitsengu saavutas tolle aja materialistlik filosoofia XVIII sajandil Prantsusmaal. XVIII sajandi prantsuse materialismi silmapaistvamateks esindajateks olid **La Mettrie**, **Holbach**, **Diderot**, **Helvetius**.

Kuidas kujutlesid endale mateeriat XVII—XVIII sajandi filosoofid-materialistid?

Nende keskel ei leidunud enam selliseid, kes Thalese ja Anaximenese taoliselt oleksid arvanud, et kõigi asjade aluseks on mõni niisugune aine nagu vesi või õhk. Kõigile neile õpetlastele ei ole mateeria iseendast hoopiski sarnane meid ümbritsevate asjadega. Mateeria ei ole lõhna, värvi ega maitset. Selles suhtes olid nende vaated kõige lähedasemad Demokritose kujutlustele. Holbach oli näiteks arvamisel, et materiaale on iseenesest omane ulatuvus (võime täita ruumis konkreetset kohta), jagatavus, läbimatus, liikuvus (võime ruumis ümber paikneda).

Kuid igal asjal on ju peale nende veel palju teisi omadusi, näiteks lõhn, värv, maitse, asi võib olla soe või külm, elus või elutu. Kõiki neid omadusi seletasid XVII—XVIII sajandi materialistid sellega, et materia, mis moodustab mitmesuguseid aineid, on erisugune liikuvus ja erisugused vormid. Nad väitsid, et materia liikumine on kõigi nähtuste ja kõigi asjade omaduste põhjuseks.

Tolle aja filosoofide vaateid materia liikumise suhtes iseloomustab tõsine piiratus. See piiratus seisab selles, et need filosoofid käsitlesid igasugust liikumist ainult mehaanilise liikumisena ehk — teiste sõnadega — ainult ümberpaiknemisena ruumis. Ometi aga ei ole mehaaniline liikumine materia liikumise ainus vorm. On olemas ka teised

mateeria liikumise vormid; neist tuleb juttu taga-pool.

XVIII sajandi materialistide filosoofia selline piiratus oli seotud tolle aja teaduse seisukorraga. Kõige rohkem arenenud teaduseks oli XVIII sajandil mehaanika. Mehaanikas oli **Newton** selleks ajaks juba sõnastanud selle teaduse põhilised seadused, mille täpsus hämmastas nende kaasaegseid. Kui kiriku ettekuulutused ei läinud ialgi täide, siis nähtused, mida ennustati mehaanika seaduste alusel, toimusid alati nimelt nii, nagu oli ette nähtud. Newtoni seaduste alusel määrati näiteks kindlaks 1682. aastal ilmunud komeedi tee ja ennustati komeedi teistkordse ilmumise aeg 1759. aastal.

On loomulik, et filosoofid-materialistid, püüdes muuta oma seisukohti võimalikult teaduslikuks, võimalikult täpseks, põhjendasid neid tolle aja kõige täpsema teaduse — mehaanika seadustega. Sellest tulenes nende mehhanitsism, s. o. see, et nad tunnistasid mehaanilise ümberpaiknemise ruumis ainsaks mateeria liikumise liigiks. Kogu asjade ja nähtuste mitmekesisust seletasid nad mehaanika seaduste abil. M. V. Lomonossov kirjutas näiteks, et kehade omadusi, nagu lõhn, maitse, magnetiline jõud, raviv toime jne., on võimalik seletada mehaanika seadustega. Tolle aja filosoofid vaatlesid isegi elusolendites toimuvaid protsesse kui nende olen-dite osade lihtsat ümberpaiknemist. Prantsuse filosoof Descartes väitis, et loomad on sisuliselt ainult masinad, kuigi väga keerulised. La Mettrie väitis sedasama ka inimese kohta. Ühe oma teose pealkirjaks panigi ta «Inimene-masin». Selles teoses ta tõestas, et inimene on mehhanism, ainult et väga keeruline mehhanism.

Niisuguste kujutlustega inimese ja looma olemu-sest olid seotud «elava masina» loomise katsed.

XVII—XVIII sajandil oli palju andekaid mehaanikuid, eriti kellaseppi. Kremli lossi Spasski tornikell oma algkujul valmistati just sel ajal. Üks kõige andekamaid meistreid — prantsuse mehaanik Vaucanson valmistas automaate, mida tema kaas-aegsed pidasid peaaegu elavateks. Näiteks valmistas ta pardi, kes lehvitas tiibu ja nokkis toitu, ja mehaanilise inimese, kes mängis flööti. Muidugi olid need ainult meisterlikult valmistatud mänguasjad. Kuid tolle aja materialistid ei näinud kvalitatiivset erinevust elusorganismi ja elutu mateeria vahel, olles arvamisel, et nii ühtede kui ka teiste aluseks on mateeria mehaanilise liikumise seadused. Tegelikult aga on elusorganismis toimuv mateeria liikumine palju keerulisem mateeria liikumisest elutus organismis. Elav mateeria on elutust mateeriast palju kõrgem mateeria arenemise vorm.

Nägemata printsiipiaalset erinevust elava ja elutu vahel, taandades keerulise lihtsale, ei tunnustanud XVIII sajandi materialistid sisuliselt mateeria arenemist. Niisugust arenemise eitamist, selle asjaolu mittemõistmist, et looduses toimub asjade kvalitatiivne muutumine, nimetatakse **metafüüsikaks**. Sellepärast võib XVII—XVIII sajandi materialismi iseloomustada kui **metafüüsilist materialismi**.

XVII—XVIII sajandi materialiste huvitas ka mateeria ehituse küsimus. Nad äratasid uuesti ellu Demokritose ja Epikurose vanad atomistlikud ideed. Prantsuse filosoof Gassendi hakkas uurima ja propageerima Demokritose ja Epikurose õpetust.

Materialistide-metafüüsikute atomistlik teooria oli tihedasti seotud nende üldiste mehhanistlike filosoofiliste vaadetega. Kõik eksisteeriv oli nende arvates seletatav aatomite liikumisega. Sealjuures käsitasid nad aatomite liikumist, nagu ka üldse iga-sugust liikumist, lihtsa ruumilise ümberpaiknemise

sena. Nad väitsid, et lihtsate nähtuste aluseks on lihtne mehaaniline liikumine, keerulisemad nähtused aga kujutavad endast aatomite keerulisema mehaanilise liikumise tulemust.

Piljardikuul piljardilaual liigub väga lihtsalt — sirgjoones, planeetide liikumine ümber Päikese on mõnevõrra keerulisem, niisugused nähtused aga nagu elu või eriti mõtlemine kujutavad endast XVIII sajandi prantsuse materialistide arvates tohutu suure hulga aatomite väga keerulist, erisuguste kiirustega ja erisuguste trajektoorigega liikumist.

Seega olid XVIII sajandi materialistid arvamisel, et asjad erinevad üksteisest ainult sellepärast, et neid moodustavad aatomid liiguvad erinevalt.

Seletades kõiki looduses toimuvaid muudatusi aatomite liikumisega, pidasid XVIII sajandi materialistid aatomeid endid muutumatuks. Sellele järeldusele jõudsid nad järgmise arutluse tulemusel. Selleks et aatomid võiksid muutuda, peavad nad koosnema veelgi väiksematest osakestest. Oli ju nende arvates igasugune asja muutumine seotud selle asja koostisosade mehaanilise liikumisega. Kuid XVIII sajandi materialistid, samuti nagu Demokritoski, pidasid aatomit jagamatuks, s. o. viimseks, kõige pisemaks mateeria osakeseks. Sellest tehtigi järeldus, et aatom on muutumatu.

Hoolimata kõigist puudustest, mis olid eelkõige seotud püüdega taandada kogu nähtuste mitmekesisust mehaanilise liikumise eri liikidele ja arenemise eitamisega, etendas XVII—XVIII sajandi materialistide filosoofia suurt positiivset osa. Ta aitas kaasa inimkonna vabanemisele usulisest uimast. Maailmas, mis kujutab endast ainult mitmesuguseid mateeria liikumise liike, ei jäänud

ruumi jumalale. Sellepärast oli see filosoofia oma aja kohta väga progressiivne.

Kuivõrd tol ajal teadus ei olnud veel jõudnud tungida universumi sügavatesse saladustesse, andsid selle filosoofia puudused ennast võrdlemisi vähe tunda. Seda filosoofiat kasutasid XVIII sajandi prantsuse revolutsionäärid edukalt võitluses aadli ja kiriku võimu vastu. Eesrindlikud õpetlased mitmesugustel teaduse aladel — mehaanikas, keemias ja füüsikas juhindusid samuti materialistlikust filosoofiast ja saavutasid tema abiga looduse uurimisel suurt edu.

### 3

## MIDA ÕPPISID XVIII—XIX SAJANDI FÜÜSIKUD JA KEEMIKUD TUNDMA MATEERIA EHITUSEST

Materialistlik filosoofia, nagu juba märgiti eespool, on tihedasti seotud teadustega. See side on vastastikune. Ühelt poolt on filosoofid-materialistid kasutanud teaduse andmeid oma filosoofia põhjendamiseks, teiselt poolt aga on mitmesugustel teadusaladel töötavad õpetlased tuginenud filosoofilistele ideedele ning realiseerinud neid oma uurimustes. Näiteks tugines Isaac Newton, XVII sajandi üks väljapaistvamaid teadlasi, oma mehaanikasüsteemi loomisel atomistliku materialismi ideedele.

Mehaanika põhimõistet — **massi** — defineeris Newton kui kehas sisalduva materia hulka. Materia aga koosneb aatomitest. Aatomite vahel on, nagu tol ajal arvati, tühjus. Seega sõltub kehas olev materia hulk ehk teiste sõnadega keha mass kehas olevate aatomite hulgast.

Kui paigalseisev keha hakkab liikuma, siis üldine aatomite hulk temas selle tulemusel ei muutu. Täpselt niisamuti ei muutu aatomite hulk, s. o. keha mass, ka sel juhtumil, kui keha liikus alguses aeglaselt ja hakkas siis kiiremini liikuma. Teiste sõnadega — Newtoni definitsiooni järgi ei olene keha mass tema liikumise kiirusest.

Millest siis oleneb materia hulk mingis kehas? Kuidas on võimalik mõõta tema massi?

Et vastata sellele küsimusele, võtame mõningad faktid, mis on meile igapäevasest praktikast hästi tuntud.

Kujutleme endale, et on vaja peatada kummipall, mis liigub mööda kaldpinda meie suunas. On selge, et selleks on vaja teatavat jõupingutust, kuid me tuleme selle ülesandega väga hõlpsasti toime. Isegi lapsel jätkub jõudu palli liikumise peatamiseks. Kui aga meie peale veereb kummipalli asemel suur lumepall, siis on teda peatada juba märksa raskem, isegi siis, kui ta liigub sama kiirusega kui kummipall. Ja lõpuks, kui me püüame peatada küllalt suurte mõõdetega kivi, mis veereb sama kiirusega kui kummipall ja lumepall, siis meil ei lähe korda seda teha, ja me võime igal juhul saada tõsiselt vigastada. Seda laadi tähelepanekud räägivad sellest, et liikuvad kehad avaldavad vastupanu katsetele neid peatada, kusjuures see vastupanu on ühtedel kehadel väiksem, teistel — suurem.

Tõsi küll, keha jääb teatavasti varem või hiljem seisma ka sel juhul, kui me tema liikumist ei takista. Kuid ka siin avaldub väliste põhjuste toime. Asi on selles, et keha liikumisel toimub hõõrdumine keha ja selle pinna vahel, mida mööda keha liigub, või keha ja õhu vahel, kui keha lendab. See hõõrdumine aeglustab järkjärgult keha liikumist ja paneb lõpuks ta seisma. Kui ei oleks hõõrdumist ja teisi

väliseid takistusi, siis ei jääks liikuv keha kunagi seisma.

Kuid kas ainult liikuv keha püüab oma olekut — liikumist — säilitada? Ei. Teatavasti on paigalseisva keha liikumapanekuks samuti vaja kulutada jõudu. Ka paigalseisvad kehad avaldavad vastupanu nende oleku muutmisele, kusjuures ka sel juhutumil on ühtede kehade vastupanu suurem, teistel — väiksem: kummipalli paigast liigutada on väga kerge, suurt lumepalli — tunduvalt raskem ja suurt kivi — veelgi raskem.

Sellist kehade püüdu oma endist olekut — paigalseisu või liikumist — alal hoida hakati nimetama **inertsiks**. Kui võtta meie näide, siis võib ütelda, et kummipallil on väiksem inerts kui lumepallil, lumepallil aga — väiksem inerts kui kivil.

Millest siis sõltub keha inertsisuurus?

Vastavalt mehaanika rajajate õpetusele sõltub see kehas oleva materia hulgast, s. o. keha massist: mida suurem on keha mass, seda suurem on tema inerts ja ümberpöördult. Kui aga inerts muutub olenevalt massist, siis sellest järeldub, et keha inertsis muutumise järgi võib otsustada tema massi üle. Teiste sõnadega, mass on inertsis mõõduks.

Atomismi ideid arendati ka Venemaal. Siin oli atomismi tuliseks pooldajaks M. V. Lomonossov. Ta tegi ka katset kindlaks määrata aatomi suurust. Lomonossov lähtus sellest, et kulda võib valtsida

väga õhukeseks kihiks, nimelt kuni  $\frac{1}{15552}$  liini

paksuseks (liin — vanaaegne pikkusemõõt, võrdub ligikaudu 2,5 millimeetriga). Kui oletada, et niisuguse kihi paksus võrdub aatomi diameetriga, siis peaks Lomonossovi arvutuste järgi olema kuubiku-

kujulises kullakübemes, mille külje pikkuseks on 0,1 liini, 3 761 479 876 aatomit. Ühest aatomist õhemat kihti muidugi olla ei saa, kuivõrd aatom oli toleaegete õpetlaste arvates jagamatu. Kuid kiht võib olla paksem, näiteks kahe või kolme aatomi paksune. Siis oleks aatomite hulk ühes tibatillukeses kullaterakeses veelgi mitu korda suurem. Sellest on kerge endale ette kujutada, kui pisike on aatom.

M. V. Lomonossov kasutas atomistlikku teooriat ühe meie elus äärmiselt tähtsa nähtuse — kehade kuumenemise nähtuse seletamiseks.

Oli aeg, kus inimesed said tuld raskest, pingelises võitluses loodusega. Ürginimene ei osanud algul tuld teha. Ta kasutas ainult seda tuld, mida ta leidis eest looduses, näiteks metsatulekahjude ajal. Tuli vabastas inimesed külmetamisest koobastes, andis neile võimaluse keeta toitu. Kulus sadu tuhandeid aastaid, enne kui inimene õppis saama tuld hõõrumise abil. Järk-järgult muutusid tulesaamise viisid täiuslikumaks. Tulesaamine muutus lõppude lõpuks lihtsaks, tavaliseks, kõigile jõukohaseks asjaks. Kuid kasutades paljude aastatuhandete jooksul tuld iga päev, igal alal, igas majas, ei mõistnud inimesed kaua, milline on soojuse olemus, kuidas toimub soojuse ülekandumine kuumadelt kehadelt külma-

dele. Õpetlased esitasid mitmesuguseid seletusi, kuid need osutusid paikapidamatuks. Näiteks olid paljud arvamusel, et soojus on eriline kaaluta vedelik, mida nad nimetasid soojusaineks. Seda vedelikku arvati voolavat ühtedest kehadest teistesse, mille tulemusel tekib ühtede kehade jahtumine ning teiste soojenemine. Kuid juba XVII sajandil tegi inglise õpetlane Francis Bacon kindlaks, et soojus on seotud liikumisega. Kuid mis liikumine see on ja

kuidas ta toimub, mis liigub ja kuidas ta liigub — see jäi selgusetuks.

M. V. Lomonossov otsib vastust neile küsimustele, tuginedes atómistlikule mateeria ehituse teooriale.

Lomonossov ütleb, et soojus ei ole midagi muud kui keha ülipsisikeste osakeste liikumine. Keha kuumenemise aste sõltub kehas olevate osakeste liikumise kiirusest: mida suurem on see kiirus, seda kõrgem on temperatuur ja ümberpöörduvalt. See, et me ei näe seda osakeste liikumist, on seletatav nende liiga väikeste mõõdetega. Oma mõtte selgituseks tõi Lomonossov järgmise näite. Kui metsas puhub tuul, siis liiguvad puud ja nende lehed. Kui aga vaadata metsa eemalt, siis näib ta liikumatuna.

Lomonossovi ideed viisid hiljem (juba XIX sajandil) välja sellele, et erilise soojusaine olemasolu hüpotees heideti lõplikult kõrvale. Üldise tunnustuse võitis õpetus, et soojus on mateeriaosakeste liikumine. Seda õpetust hakati nimetama kineetiliseks soojusteooriaks (kreeka «kineo» — liigun).

Kineetiline teooria selgitas, millise osakeste liikumisega on seotud soojus. Lomonossov oli arvamisel, et soojust tekitab osakeste pöörlev liikumine, kusjuures iga osakese keskpunkt jääb paigale. Nüüd aga tehti kindlaks, et soojus on seotud osakeste iga-suguse kaootilise (s. o. korrapäratu) liikumisega. Keha koostisosakesed paiknevad alatasa ümber, kuid keha ise veel seeläbi paigast ei liigu. Teda võib võrrelda sääseparvega: iga sääsk üksikult liigub eri suundades, kuid parv tervikuna jääb paigale.

Kineetilise teooria seisukohalt seletuvad hõlpsasti kõik soojuse ja külma toimega seotud nähtused.

Kui keha on külm, siis see tähendab, et tema koostisosakesed liiguvad võrdlemisi aeglaselt. Sel-

leks aga, et keha kuumendada, tuleb sundida neid osakesi liikuma kiiremini. Seda võib näiteks saavutada hõõrdumise abil: hõõrdumisel põrkavad ühe keha osakesed kokku teise keha osakestega ja see sunnib nii ühtesid kui ka teisi kiiremini liikuma. Keha osakeste liikumise kiiruse suurendamine aga ongi soojuse hulga suurenemine. Külma eset võib soojendada ka sel teel, et tal luuakse kontakt soojema kehaga. Sealjuures sunnivad sooja keha kiiresti liikuvad osakesed, põrgates kokku külma keha osakestega, neid kiiremini liikuma, kusjuures nad ise liiguvad juba pärast seda endisest aeglasmalt; analoogiline nähtus leiab aset liikuva palli kokkupõrkamisel liikumata palliga: viimane hakkab liikuma, kuid see-eest väheneb esimese liikumise kiirus. Niimoodi toimub seni, kui mõlemas kehas on osakeste liikumise kiirus muutunud ühesuguseks, s. o. kui mõlemad kehad on omandanud ühesuguse temperatuuri.

Niisama lihtsalt on seletatavad ka teised soojusnähtused. Teatavasti võib tahket keha muuta kuumendamisega vedelaks (metallide sulatamine, jää sulamine), vedelat — gaasiliseks (auru tekkimine keemisel veest). Mis toimub siin kineetilise teooria seisukohalt? Tahkes kehas on osakesed omavahel kõvasti seotud. Sellepärast ei muuda tahke keha välise mõju puudumisel oma kuju. Vedelikuga on lugu teisiti. Anumas võtab vedelik anuma kuju. Kui ta anumast välja kallatakse, siis voolab ta laiali mööda pinda. Selle põhjuseks on asjaolu, et vedeliku osakesed on üksteisega nõrgemini seotud. Kuid laiali voolates vedeliku maht ei muutu. See tähendab, et tema osakesed on omavahel ikkagi nii kõvasti seotud, et nad ei lenda igale poole laiali. Gaasides aga on side osakeste vahel väga nõrk. Sellepärast hakkavadki need osakesed, kui pole

neid kinnihoidvat anumad, otsekohe igale poole laiali lendama, mille tulemusel gaasi maht tugevasti suureneb. Seega erinevad tahked, vedelad ja gaasilised ained üksteisest oma koostisosade sideme tugevuse poolest. Aine osakeste omavaheline side aga muutub nõrgemaks nende kaootilise liikumise kiiruste suurenedes. Sellest on arusaadav, et tahket keha võib kuumendamise abil muuta vedelikuks ja vedelikku — gaasiks.

Kuidas aga on ikkagi võimalik tõestada, et aine osakesed on alalise liikumise olekus, kui need osakesed on nähtamatud?

Tõestus, nagu seda tihti juhtub, tuli hoopis teisest valdkonnast, s. o. mitte füüsika valdkonnast. See tõestus on seotud ühe väga huvitava nähtuse uurimisega, mida ei avastanud füüsik, vaid botaanik.

1827. aastal botaanik **Brown**, vaadeldes mikroskoobi all vedelikutilka, mis sisaldas taimede õietolmu, märkas seal palju pisikesi tahkeid osakesi. Sealjuures nägi ta oma suureks imestuseks täiesti selgesti, et need osakesed hüplevad ühest kohast teise, hetkekski peatumata, kuigi tilk ise oli täiesti paigal. Tekkis mulje, nagu oleksid need osakesed elavad. Korraldati eksperimente ilmselt elutute osakestega. Tulemus oli seesama.

Seletus sellele nähtusele anti hiljem aatomiõpetuse alusel. Seletus on järgmine. Veetilgas olevad osakesed saavad hoope lakkamatult liikuvatelt vee osakestelt. Kuna aga vee osakesed liiguvad kaootiliselt, korrapäratult, siis lendavad ka tahked osakesed nende hoopide mõjul küll ühele, küll teisele poole. Kui vee temperatuuri muuta, siis vastavalt kuumenemisele muutub Browni osakeste «tants» intensiivsemaks, vastavalt jahenemisele — nõrgemaks. Kineetilise teooria seisukohalt on see täiesti arusaadav: vee kuumenemine ei ole midagi muud

kui tema koostisosade liikumise intensiivistumine. Kiiremini liikudes tõukavad vee molekulid energilisemalt vees ujuvaid tahkeid osakesi, mille tõttu need osakesed hakkavad intensiivsemalt liikuma. Jahtumisel aga toimub ümberpöörduvalt.

Seega tõestas XVIII ja XIX sajandi füüsika eksperimentaalselt antiikaja filosoofide õpetust materia aatomilisest ehitusest.

Mitte väiksema panuse materia ehituse tundmaõppimiseks andis füüsika naaberteadus — keemia. Keemikud avastasid, et enamik aineid, millega me alatasa kokku puutume ja mis meile näivad lihtsateks, on tegelikult lihtained, s. o. koosnevad kahest või mitmest teisest, lihtsamast ainest. Teatavatel konkreetsetel tingimustel on neid võimalik lahutada nendeks lihtsamateks aineteks. Selline pealtnäha täiesti lihtne aine nagu vesi koosneb kahest veelgi lihtsamast ainest, kusjuures need ei sarnane põrmugi veega: keemikute katsed näitasid, et kui juhtida läbi vee elektrivool, siis laguneb vesi kaheks gaasiks — hapnikuks ja vesinikuks. Isegi sool, harilik keedusool, mida me iga päev paneme toidusse, koosneb, nagu selgub, kahest ainest: metall naatriumist ja mürgisest gaasist kloorist.

Elektrivoolu toimel lagundati paljud ained, mis varemalt näisid lihtainetena, kaheks ja isegi rohkemaks aineks. Kuid mõningaid aineid, nagu vesinikku, hapnikku, süsinikku, rauda, kulda ja teisi ei õnnestunud mingil viisil lagundada lihtsamateks aineteks. Neid lihtsaid aineid, mida ei olnud võimalik teisteks aineteks lagundada, hakati nimetama **keemilisteks elementideks**. Keerulisemaid, kahest või mitmest keemilisest elemendist koosnevaid aineid aga hakati nimetama **keemilisteks ühenditeks**.

Keemiliste elementide vahel keemilistes ühendi-

tes valitseb alati teatud kindel suhe. Näiteks on vees, olenemata sellest, kuskohast see vesi on võetud — kaevust, ookeani põhjast, jõest —, hapnikku alati kaalult kaheksa korda rohkem kui vesinikku. Iialgi ei juhtu nii, et ühe kaaluosa vesiniku kohta tuleks mitte 8, vaid, ütleme, 7 või 6 osa hapnikku. Elementide püsivad kaalulised suhted keemilistes ühendites tehti kindlaks ka kõigi teiste liitainete osas. Seda seaduspärasust hakati keemias nimetama **keemilise ühendi koostise jäävuse seaduseks**.

Seletuse sellele seadusele andis inglise keemik **Dalton**. Ta sidus keemiliste elementide ja keemiliste ühendite küsimuse mateeria ehituse atomistliku teooriaga. Kõik ained — niihästi elemendid kui ka keemilised ühendid — koosnevad ülipisikestest osakestest. Kuid osakesed, millest koosnevad keemilised ühendid, väitis Dalton, ei ole lihtsad, vaid keerulised: nad kujutavad endast nende keemiliste elementide osakeste ühendeid, millest koosneb antud keemiline ühend. Vee osake on näiteks vesiniku ja hapniku osakeste ühend. Mis aga puutub vesinikku ja hapnikku, siis neid ei ole mingil tingimusel võimalik lagundada. Järelikult, kui vee osakesed on jagatavad, siis hapniku, vesiniku ja teiste keemiliste elementide osakesed on jagamatud. Nemad ongi Daltoni järgi tõelised **aatomid** (tuletame meelde, et sõna «aatom» tähendab «jagamatut»). Keemilise ühendi kõige pisemat osakest, mis me saame mehaanilise jagamise lõppsaadusena ja mis koosneb mitmest aatomist, hakati aga nimetama **molekuliks**.

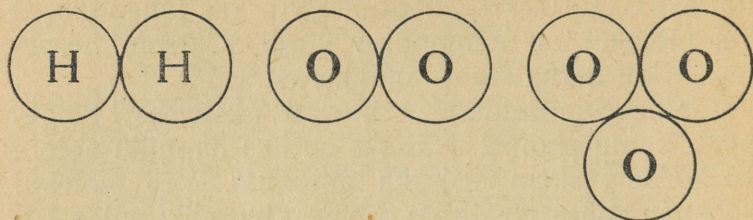
Molekulide mõõdete üle on kerge otsustada selle põhjal, mida me teame aatomi mõõdetest. Muidugi on molekulid aatomitest suuremad, kuid ka nemad on ikkagi väga väiksed. Vee molekuli diameeter on

näiteks 0,000 000 028 sentimeetrit. See tähendab, et vee molekul on samapalju kordi väiksem herne-terast kui hernetera — maakerast.

Elementide aatomid erinevad üksteisest kõige-pealt kaalu poolest. Näiteks on üks hapniku aatom 16 korda raskem vesiniku aatomist. Vee molekul koosneb kahest vesiniku ja ühest hapniku aatomist, sellepärast ongi vees hapnikku kaalult 8 korda rohkem kui vesinikku. Selline hapniku ja vesiniku suhe vees on püsiv, sest iga aatomi kaal on alati ühesugune ja aatomite hulk molekulis on samuti alati ühesugune. Sellepärast ei saa kunagi juhtuda nii, et vesiniku ja hapniku kaalude suhe vees oleks teistsugune kui 1:8. Seesama on maksev ka kõigi teiste ainete aatomite ja molekulide suhtes. Nii anti aatomiteooria seisukohalt seletus keemiliste ühendite koosseisu jäävuse seadusele.

Teaduse edasine arenemine kinnitas Daltoni teooriat ja tõi kaasa uusi avastusi aine aatomilis-molekulise ehituse teooria alal. Muuhulgas tehti kindlaks, et molekulideks võivad ühineda mitte ainult erisugused aatomid, vaid ka ühe ja sama lihtaine aatomid. Näiteks koosneb vesiniku molekul kahest vesiniku aatomist, hapniku molekul — kahest hapniku aatomist.

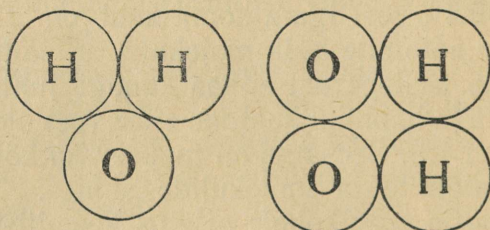
Sõltuvalt molekulis olevate aatomite arvust muutuvad aine omadused. Seda tõendab näiteks järgmine fakt. Teatavasti tundub õhk pärast äikest eriti värskena. Tavaliselt on isegi kõige puhtamas, ilma igasuguste kõrvaliste lisanditeta õhus hingata raskem kui õhus pärast äikest. Milles on siis asi? Kas me siis ei hinga nii ühel kui teisel juhtumil üht ja sama hapnikku. Selgub, et äikese ajal tekib hapniku erikuju, mis oma koosseisult mõnevõrra erineb tavalisest hapnikust. Harilikult koosneb hapniku molekul kahest aatomist. Äikese ajal aga toimuvad



Vesiniku molekul

Hapniku molekul

Osooni molekul



Vee molekul

Vesinikuülhipendi molekul

Mõningate vesiniku ja hapniku aatomitest koosnevate molekulide tinglik kujutus.

Ring tähendab aatomit, tähed:

**H** — vesinikku, **O** — hapnikku.

mõningad protsessid, mille tulemusel hapniku aatomid ühinevad mitte kahe-, vaid kolmekaupa. Nii-suguse hapniku olemasoluga seletubki, miks pärast äikest on nii kerge ja mõnus hingata. Hapnikule, mille molekulid koosnevad kolmest aatomist, anti eriline nimetus — osoon, s. t. «lõhnav».

Seega võib teha järelduse, et ainete omadused olenevad esiteks sellest, **millistest aatomitest** koosnevad nende molekulid, ja teiseks — antud aine molekuli kuuluvate **aatomite hulgast**.

Keemikud tegid kõikumatult kindlaks, et ainete omadused olenevad nende molekulide omadustest ja molekulide omadused olenevad nende koosseisu kuuluvate aatomite omadustest.

Millest aga olenevad aatomite eneste omadused? Mispärast on iga lihtaine või keemilise elemendi aatomid omavahel täiesti ühesugused, kuid erinevad kõigi teiste keemiliste elementide aatomitest? Millest tulenevad erisuguste keemiliste elementide erinevad omadused?

Tähtsa sammu eri aatomite liikide ja keemiliste elementide omaduste tundmaõppimisel astus suur vene keemik **D. I. Mendelejev**. Enne Mendelejevit ei olnud keemiliste elementide suhtes kindlaks tehtud mingit süsteemi, mingit kindlat korda elementide omaduste muutumises ühtedelt elementidelt teistele. D. I. Mendelejev lõi selle süsteemi, avastades keemiliste elementide omadustes teatud kindlad seaduspärasused. Ta alustas sellest, et paigutas kõik tol ajal tuntud keemilised elemendid aatomikaalude, s. o. neid moodustavate aatomite kaalude järjekorras. Kõrvutades edasi eri elementide omadusi, selgitas ta põhjalikult välja, kuidas need omadused vastavalt aatomikaalu suurenemisele muutuvad. Selgus, et elementide omaduste muutumises kergematest elementidest raskemateks võib märgata teatud perioodilisust. Algul ilmnesid igas järgmises elemendis uued omadused, millede poolest see element järsult erineb kõigist eelmistest. Element berüllium, mille aatomikaal on 9,013<sup>1</sup>, erineb näiteks üsna suuresti element liitiumist, mille aatomikaal on 6,940 ja mis seisab aatomikaalu poolest berülliumi kõrval. Berülliumile järgnev element boor, mille aatomikaal on 10,82, ei sarnane berülliumi ega liitiumiga. Kuid element neonile (aatomikaal — 20,183) järgnev element naatrium (aatomikaal — 22,991) tuletab oma omadustelt väga meelde element liitiumi, edasi magneesium (aato-

<sup>1</sup> Aatomikaalu ühikuks on võetud  $\frac{1}{16}$  hapniku aatomi kaalust.

I	II	III	IV
1 H Vesinik 1,008			
3 Li Liitium 6,940	4 Be Berüllium 9,013	5 B Boor 10,82	6 C Süsinik 12,011
11 Na Naatrium 22,991	12 Mg Magneesium 24,32	13 Al Alumii- nium 26,98	14 Si Räni 28,09

Mendelejevi tabeli

mikaal — 24,32) on väga sarnane berülliumiga ja nõnda edasi. Seega tuleb välja, et elementide aatomikaalu suurenemise järjekorras üksteise järele asetatud elementide omadused, võib ütelda, korduvad.

Paigutanud sarnaste omadustega elemendid üksteise alla, sai Mendelejev horisontaal- ja vertikaalridadest koosneva tabeli: horisontaalridades seisid erinevate omadustega elemendid, kuna vertikaalridades seisid üksteisele oma omadustelt väga lähedaste elementide rühmad. Seda tabelit, mida keemikud praeguse ajani väga laialdaselt kasutavad, nimetatakse **Mendelejevi perioodilisuse süsteemiks**.

D. I. Mendelejev ei piirdunud sellega, et ta süstematiseeris tol ajal tuntud keemilised elemendid, vaid ennustas ka oma tabeli abil uute elementide avastamise tulevikus ning määras ette kindlaks nende omadused. Neile elementidele jättis ta oma

V	VI	VII	VIII	0
				2 He Hee- lium 4,003
7 N Läm- mastik 14,008	8 O Hapnik 16,000	9 F Fluor 19,00		10 Ne Neon 20,183
15 P Fosfor 30,97	16 S Väävel 32,06	17 Cl Kloor 35,457		18 Ar Argon 39,944

esimesed perioodid.

tabelis vabad ruudud. Möödus üsna vähe aega, kui Mendelejevi poolt ennustatud elemendid tõesti avastati.

Mendelejevi süsteemil oli hiiglasuur tähtsus keemiliste elementide omaduste uurimiseks. See süsteem hõlbus tunduvalt edaspidiseid hämmastavaid avastusi materia ehituse alal.

Võttes kokku füüsika ja keemia saavutused vaa-  
deldud ajajärgul, võib esitada järgmise üldise pildi  
XIX sajandi lõpu teadlaste kujutlustest materia  
ehituse kohta.

Kõik ained jagunevad lihtsateks (keemilised ele-  
mendid) ja liitaineks (keemilised ühendid). Nii  
ühed kui teised koosnevad väikestest osakestest —  
molekulidest. Molekulid koosnevad aatomitest.  
Sealjuures koosnevad keemiliste ühendite moleku-  
lid erinevatest aatomitest, keemiliste elementide  
molekulid aga — ühesugustest aatomitest. See

tähendab, et aatomite liike on niisama palju, kui palju on keemilisi elemente (XIX sajandil tunti ligikaudu 70, praegu aga tuntakse 101 elementi). Keemilisi ühendeid, mis kujutavad endast mitmesuguste aatomite mitmesuguseid kombinatsioone, on maailmas palju rohkem kui keemilisi elemente. Looduses eksisteerivate keemiliste elementide ja nende ühendite mitmesugustest kombinatsioonidest koosnevad kõik meid ümbritsevad kehad.

Looduses on lõputu hulk kõige mitmekesisemate omadustega aineid. Kuid kogu see lõputu mitmekesisus oli vastavalt XIX sajandi füüsikute ja keemikute õpetusele seletatav palju väiksema hulga molekulide liikide omadustega. Molekulide omadused olenevad omakorda neid moodustavate aatomite omadustest, kusjuures aatomite liikide arv on maailmas eksisteerivate asjade hulgaga võrreldes juba hoopis tühine. Seega oli asjade omaduste lõputu hulk lõppkokkuvõttes seletatav väikse arvu aatomiliikide omadustega.

Seda seletust võttis enamus XIX sajandi teadlasi, kes seisid metafüüsilise materialismi seisukohal, kui mitmekesisuse taandumist ühtseks, keerulise taandumist lihtsaks, kvalitatiivsete erinevuste taandumist puhtkvantitatiivseteks erinevusteks.

Selle fakti tõestamine, et materia koosneb ülipisikestest osakestest — molekulidest ja aatomitest —, selle abil kehade keemilise koostise jäävuse seaduse, soojuse ja paljude teiste füüsikaliste ning keemiliste nähtuste seletamine, lõpuks, XIX sajandi keemia väljapaistev saavutus — Mendelejevi süsteem — kõik see läks materia ehitust käsitleva teaduse kullafondi.

Kuid XVII—XIX sajandi füüsikute ja keemikute teooriate filosoofiline alus — metafüüsiline materialism — oli reale positiivsetele külgedele vaata-

mata paljudes asjades ekslik. See sai eriti silmanähtavaks järgmisel, XX sajandil, kui füüsikas tehti uusi väljapaistvaid avastusi. Kuid juba XIX sajandi teisel poolel näitasid suured õpetlased **Marx** ja **Engels** ära need metafüüsilise materialismi puudused.

#### 4

### DIALEKTILISE MATERIALISMI ÕPETUS MATEERIAST

Vana, metafüüsilise materialismi puuduste väljaselgitamine on seotud uue etapiga filosoofia arenmises — dialektilise materialismi tekkimisega.

Selle filosoofia rajasid Karl Marx ja Friedrich Engels XIX sajandi keskpaiku. Poliitilise võitluse areenile astus uus, ühiskonna kõige revolutsioonilisem klass — töölisklass, proletariaat. Ta astus võitlusse teda rõhuva kodanluse vastu, kapitalistide vastu.

Kodanlusele andis tema proletariaadivastases võitluses olulist toetust kirik, jutlustades rõhutatud klassidele kannatlikkust ja sõnakuulmist ning ähvardades taeva karistusega neid, kes astuvad üles oma isandate vastu. On arusaadav, et kodanlus ei saanud nüüd enam toetada materialistlikku filosoofiat, mis õõnestas teoloogide õpetust. Sellepärast, samuti ka rea teiste põhjuste tõttu, mille siinkohal ei ole võimalik peatuda, hakkasid kodanluse ideoloogid üle minema idealistide leeri. Religiooni vastu võitlemise asemel sõlmisid nad religiooniga liidu.

Materialistlikku filosoofiat hakkasid arendama töölisklassi ideoloogid. Töölisklassi juhid, tema teoreetikud Marx ja Engels näitasid oma õpetuses,

et proletariaadi otsustav võitlus kodanluse vastu on vajalik ja vältimatu ning et proletariaat saavutab oma võitlusega paratamatult võidu kodanluse üle sotsialistlikus revolutsioonis. Marxi ja Engelsi õpetuse kohaselt on proletariaat ainus revolutsiooniline klass, kes on suuteline põhjalikult muutma ühiskonnas valitsevat korda ning looma uue ilma korra, kus ei ole rõhujaid ega rõhutuid. Kuid selleks et maailma muuta, peab proletariaat maailma tundma sellisena, nagu maailm tegelikult on, peab tundma tema arenemise seadusi, oskama õigesti hinnata kõike seda, mis toimub ümbritsevas tege-  
likkuses. Sellepärast rajasid Marx ja Engels klassi-  
võitluse õpetust välja töötades materialistliku filosoofia, mis annab tege-  
likkusest õige kujutluse. Sealjuures kasutasid nad ära kõik väärtusliku, mis oli saavutanud endise aja filosoofia.

Uue filosoofia loomisel tuginesid Marx ja Engels kõigepealt teaduse saavutustele. Teadus oli selleks ajaks kogunud palju fakte, mis näitasid vana, meta-  
füüsilise materialismi puudusi ja piiratust.

Nagu juba eespool öeldud, ei tunnustanud meta-  
füüsiline materialism arenemist, keerulise arene-  
mist lihtsast, kõrgema arenemist madalamast. Metafüüsilise materialismi seisukohalt on iga asi ainult ühede ja nendesamade materiaalsete osa-  
keste üks või teine kombinatsioon. Inimene, samuti nagu ka mistahes elutu asi, koosneb ühest ja samast muutumatust materias-  
t. Isegi mõte, tead-  
vus ei kujuta metafüüsiliste materialistide seis-  
kohalt endast midagi printsiipiaalselt uut, elutust loodusest kvalitatiivselt erinevat, vaid on nende arvates üksnes materia mehaanilise liikumise erikuju.

Uued teaduslikud avastused lükkasid ümber nii-  
suguse maailmakäsituse ja kinnitasid arenemise-

ideed, kõige eksisteeriva lakkamatu uuenemise ideed.

XIX sajandi keskpaiku tõestas suur inglise teadlane **Charles Darwin**, et praegusel ajal tuntud looma- ja taimeliigid ei ole alati eksisteerinud. Nad on pikaajalise arenemise tulemus.

Peaaegu samal ajal avastati, et kõik looma- ja taimeorganismid koosnevad ülipisikestest rakkudest, kes on arenenud ainult ühest rakust. See avastus aitas samuti kaasa arenemise-idee tungimisele teadusesse.

Tehti kindlaks, et peale mehaanilise liikumise on olemas rida teisi liikumise liike (näiteks elektri-, soojusliikumine), mida ei saa taandada mehaaniliseks liikumiseks, ei saa täielikult seletada mehaanilise liikumise abil. **Mingi liikumine ei saa iseenesest tekkida, samuti nagu ta ei saa ka iseenesest lõppeda**, kuid üks liikumine võib esile kutsuda teise, nagu näiteks mehaaniline liikumine läheb hõõrdumisel üle soojusliikumiseks, soojusliikumine võib üle minna elektriliseks liikumiseks ja nii edasi. See seisukoht sai **energia jäävuse ja muundumise seaduse** nimetuse.<sup>1</sup>

Marx ja Engels üldistasid need ja paljud teised teaduse andmed uue filosoofia loomisel.

Marx ja Engels lõid niisuguse filosoofia, mis erinevalt metafüüsikast on rajatud selle tunnustamisele, et maailmas kõik pidevalt uueneb ja areneb. **Õpetust arenemisest nimetatakse dialektikaks**. Sellepärast kannab Marxi ja Engelsi poolt rajatud filosoofia **dialektilise materialismi** nimetust.

Dialektiline materialism annab uue, sügavama ja teaduslikuma arusaamise mateeriast.

---

<sup>1</sup> Energia on keha võime teha tööd; energia eri liigid on seotud liikumise eri liikidega.

Endise aja materialistid olid arvamisel, et materia on mõningad igavesed ja muutumatud omadused, nagu näiteks inerts, läbimatus, kõvadus ja teised. Nende lähtekohaks oli, et materia ei saa iialgi mõnda neist omadustest kaotada või uut omandada.

Kuid mitmesuguste teaduste uued andmed õõnestasid selle seisukoha. Näiteks tõendas Darwini õpetus veenvalt, et niisugune materia omadus nagu mõtlemisvõime on tekkinud ainult väga pikaajalise ajaloolise protsessi tulemusel. See võime on olemas üksnes kõige kõrgemini organiseeritud materia, nagu seda on inimese peaju.

Seda **uute, endistest oluliselt erinevate omaduste tekkimise protsessi nimetataksegi arenemiseks**. Arenemist ei tohi ära segada üldisema mõistega, liikumise mõistega, mis hõlmab mitte ainult uute omaduste tekkimist, s. o. arenemist, vaid ka üldse igasugust muutumist, näiteks keha temperatuuri muutumist (soojusliikumine) või keha oleku muutmist ruumis (mehaaniline liikumine). Endise aja materialistid tunnustasid ainult mehaanilist liikumist ja eitasid seega arenemist. **Dialektiline materialism aga loeb arenemisvõimet materia lahutamatuks omaduseks. Selles seisab peamine erinevus dialektilise ja metafüüsilise materialismi vahel materia mõistmisel.**

Selle tunnustamisest, et materia on võimeline arenema, kvalitatiivselt muutuma, järeldub, et kõiki looduses aset leidvaid nähtusi ja protsesse ei ole võimalik taandada mingile ühele liikumise liigile, näiteks mehaanilisele liikumisele, lihtsale ruumilisele ümberpaiknemisele. Uued, keerulised liikumisvormid, mis tekivad materia arenemise protsessis, erinevad liikumise lihtsamatest vormidest kvalitatiivselt. Kui põhjalikult ka õpitaks näi-

teks tundma looma organismis toimuvaid mehaanilisi liikumisi, ei ole nendega piirdudes ikkagi võimalik mõista, miks, ütleme, jännes põgeneb hundi eest, miks emaloom ohverdab oma elu poegade päästmiseks. Niisuguste nähtuste olemuse mõistmiseks tuleb uurida erilist, ainult elusorganismidele omast materia liikumise liiki, niinimetatud bioloogilist liikumisvormi.

Loom, inimesest koguni rääkimata, kujutab endast organismi, mis erineb mehaanilisest sead-  
mest kvalitatiivselt. Milliseid keerulisi masinaid ka leiutatakse tulevikus, ikkagi on nende sarnasus loomaga või inimesega ainult väline, kuid oma seesmiselt olemuselt on nad nii loomast kui ka inimesest erinevad.

Mitte ainult elu, vaid isegi lihtsamaid nähtusi ei saa täielikult taandada mehaanilisele liikumisele. Seda tõendavad füüsikute arvukad ebaõnnestunud katsed seletada ainuüksi mehaanika seisukohalt elektri- ja valgusnähtusi. Isegi soojusnähtusi, kuigi nad on tingitud molekulide mehaanilisest liikumisest, ei saa täielikult taandada mehaanilise liikumise seadustele. Printsipiaalset erinevust soojusliikumise ja mehaanilise liikumise vahel võime selgesti näha näiteks järgmisest faktist. Igal sammul toimub mehaanilise liikumise muundumine — näiteks hõõrdumise teel — soojuseks. Kuid me ei näe kunagi, et hõõrdumisel tekkinud soojusliikumine läheks iseendast üle mehaaniliseks liikumiseks.

Liikumise eri vorme, mida ei saa üksteisele taandada, jaotab dialektiline materialism nende keerukuse järgi. Kõige lihtsam on mehaaniline liikumine; kõige keerulisema liikumise moodustavad need nähtused, mis leiavad aset inimühiskonnas. See, et liikumise kõrgemaid vorme ei saa taandada

madalamatele vormidele, ei tähenda sugugi, nagu ei oleks nende vahel mingit sidet, nagu ei saaks seal, kus on olemas üks liikumine, olla ruumi teise jaoks. Liikumise eri liigid on üksteisega seotud ja see side avaldub eeskätt selles, et keerulisemate liikumisvormidega käivad alati kaasas lihtsamad. Näiteks leiab mehaaniline liikumine aset niihästi soojus-, elektromagnetiliste, keemiliste kui ka teiste nähtuste puhul. Soojus-, elektromagnetiline, keemiline liikumine leiavad omakorda aset elusorganismides, s. o. käivad kaasas liikumise bioloogiliste vormidega.

Materia muutumatute, igaveste omaduste olemasolu eitamine, idee, et materia areneb lakkamatult liikumise madalamatelt vormidelt kõrgemate suunas, annab täiesti uue lahenduse materia olemuse küsimusele.

Me selgitasime juba, et varemalt peeti materiat materjaliks, millest koosnevad kõik asjad. Kujutlused sellest, missugune see materjal on, olid mitmesugused. Kuid kõigile nendele kujutlustele, mis nägid materias mingit ehitusmaterjali, oli iseloomulik järgmine. Esiteks peeti seda materjali igast üksikust asjast lihtsamaks, analoogiliselt sellele, nagu näiteks tellised on «lihtsamad» kui hoone, mille neist tellistest võib ehitada. Sellel materjalil olid ainult mõned igavesed, muutumatud omadused, näiteks kaal, läbimatus, kõvadus. Materiaosakeste mitmesuguste kombinatsioonidega seletati kõiki asjade omadusi. Teiseks, kui materia on materjal, millest koosnevad asjad, siis saab ta eksisteerida ka nende asjade kõrval, omaette, niisamuti nagu saavad omaette eksisteerida tellised, millest ehitatakse maju.

Niisugust materia käsitust ei saanud omaks võtta dialektiline materialism. Kui materia on lak-

kamatu arenemise olekus, nagu seda õpetab dialektika, siis tekivad selle arenemise protsessis paramatult uued omadused, mida ei saa vaadelda kui «algmaterია» väiksearvuliste omaduste kombinatsiooni. Kui olemas ei ole midagi igavest, muutumatut, siis **ei ole olemas ka igavest, muutumatut kõigi asjade alust**. Sellepärast on mõttetu otsida «materiat üldse», niisugust materiat, mis eksisteeriks materiaalistest objektidest lahus. Ei ole olemas niisugust ainet, mis ei oleks ei vesi, ei õhk, ei metall jne., vaid oleks ainult materია.

Selle mõtte selgitamiseks võiks tuua järgmise näite. On olemas õunad, pirnid, kirsid ja teised puuviljad. Kuid kas kellelgi meist on kunagi õnnestunud süüa puuvilja kui niisugust, sellist puuvilja, mis ei oleks õun, pirn või mingi muu konkreetne vili, vaid kujutaks endast «puuvilja üldse»? Täpselt niisamuti ei saa keegi väita, et ta on näinud looma, kes ei oleks ei kass, ei koer, ei hobune ega mõni teistest looduses eksisteerivatest loomaliikidest, vaid oleks «loom üldse», loom kui niisugune? Muidugi ei saa.

Täpselt samuti on lugu materiaga. Me näeme enese ümber arvutat hulka mitmesuguseid asju. Kõik nad on **materiaalsed**. See aga ei tähenda, et võib ütelda, et materია eksisteerib omaette, konkreetsetest asjadest lahus. Filosoofide katsed leida ühetaolist materiat ja taandada kvalitatiivsed erinevused puhtkvantitatiivsetele erinevustele, mis on tekkinud ühetaoliste pisiosakeste mitmesuguste kombinatsioonide tulemusel, on võrdsed sellega, kui nad sooviksid kirsside, pirnide, õunade asemel näha puuvilja kui niisugust, kasside, koerte, lamaste asemel — looma kui niisugust, raua, vase, seatina asemel — metalli kui niisugust.

Dialektilise materialismi seisukohalt ei ole ole-

mas mateeriat, mis eksisteeriks meid ümbritsevat-  
test asjadest lahus ning erineks neist asjadest oma  
omaduste poolest. Mateeria on kõik, mis eksisteerib  
looduses: vesi, maa, päike, raud, majad, loomad,  
inimene ja nii edasi.

Samuti nagu mõiste «puuvili» on saadud abstra-  
heerimise teel, sel teel, et jäetakse kõrvale rida  
õunade, pirnide ja teiste puuviljade spetsiaalseid  
omadusi ja mõeldakse selle mõistega ainult neid  
omadusi, mis on ühised niihästi õunadele kui ka pir-  
nidele, ploomidele jne., on ka mõiste «mateeria»  
saadud sel teel, et jäetakse kõrvale kõigi asjade  
spetsiaalsed omadused ning mõeldakse selle mõis-  
tega ainult neid omadusi, mis on ühised kõigile  
neile asjadele. Millised on siis need omadused?

Eelkõige on meid ümbritsevatele asjadele ja näh-  
tustele omane see, et **nad eksisteerivad objektiivselt,  
s. o. meie teadvusest sõltumatult.** Kas me tahame  
või ei taha, kuid me ei saa ainuüksi oma sooviga,  
ilma et me midagi praktiliselt ette võtaksime, hävi-  
tada ühtki meie ees olevatest asjadest, mitte ainult  
suurt, vaid isegi mitte kõige pisematki. Need asjad  
eksisteerivad objektiivselt, väljaspool teadvust ja  
sõltumata teadvusest.

Kõigi **materiaalsete** kehade teiseks tunnuseks on  
see, et nad **mõjutavad meie meelega** ja kutsu-  
vad esile aistinguid. Me **näeme** metsi ja mägesid,  
**tajume** suhkru magusat maitset, **tunneme** nõela  
torget, **kuuleme** merekohinat ja nii edasi ja nii  
edasi. Muidugi ei mõjuta asjad või nähtused meie  
meelega alati vahetult, otseselt. Üksikuid  
aatomeid ei saa näiteks näha ei palja silmaga ega  
ka isegi kõige tugevama mikroskoobi abil. Kuid me  
tajume paljude aatomite ühist mõju, s. o. aatomitest  
koosnevate kehade mõju. Me ei aisti magnetivälja,  
kuid tajume seda magneti toime kaudu teistele

kehadele, näiteks rauatükile. Kui öeldakse, et materia on meile antud aistingus, siis mõeldakse mitte ainult otsest asjade ja nähtuste tajumist, vaid ka kaudset — teiste asjade ja nähtuste kaudu.

Ülaltähendatud kaks tunnust võtab **V. I. Lenin** oma materia definitsiooni sisse. «**Materia**», kirjutab Lenin, «**on objektiivne reaalsus, mis on antud meile aistingus...**» Või teiste sõnadega: «... **Materia on see, mis meie meelegaorganeile mõjudes tekitab aistingu...**»<sup>1</sup>

Nende kahe tunnuse olemasolust võib teha järelduse, et materia on ka veel mõned teised omadused, näiteks, et **materia on liikumises**. Tõepoolest, kui esemes ei oleks mingit liikumist — ei mehaanilist, ei soojus- ega elektriliikumist, siis ei saaks ta mõjutada teisi asju, sealhulgas ka meelegaorganeid.

Liikumine toimub alati **ajas** ja igasugune liikumine on nii või teisiti seotud ümberpaiknemisega **ruumis**. Kuivõrd materia alati liigub ja liigub ajas ning ruumis, siis peab dialektiline materialism **liikumist, ruumi ja aega** materia lahtumatuteks omadusteks.

Kõik meid ümbritsevad asjad ja nähtused eksisteerivad objektiivselt, mõjuvad nii või teisiti, otseselt või kaudselt meie meelegaorganitele, liiguvad ruumis ja ajas. Tähendab, kõik need asjad ja nähtused on materiaalsed. **Kuid maailmas ei ole ega saagi olla niisugust asja, millel oleksid ainuüksi need omadused ja ei oleks mingeid teisi omadusi.** Materia mõiste hõlmab ainult neid tunnuseid, mis on eranditult kõigile materiaalsetele objektidele ühised. Kuid peale selle on igal asjal veel suur hulk oma erilisi omadusi. Asjade konkreetsete omadused võivad olla kõige mitmekesisemad. Ühed asjad on

<sup>1</sup> V. I. Lenin, Materialism ja empiriokrititsism, Teosed, 14. kd., lk. 129.

läbimatud, teistest aga võivad läbi minna mitmesugused kehad; ühtedel kehadel võib olla püsiv mass, teistel aga mitte ja nii edasi.

Neid omadusi (näiteks läbimatust, kõvadust, magusat maitset jms.) ei saa tuletada objektiivsusest, võimest mõjutada meie meeleorganeid ning liikumisest ruumis ja ajas, s. o. tunnustest, mis kuuluvad materia mõistesse. Milliseid mitmekesiseid kvantitatiivseid kombinatsioone neist tunnustest me ka koostaksime, ei ole neist ikkagi võimalik saada asjade konkreetseid omadusi.

Erinevalt vanast, metafüüsilisest materialismist ei püüa dialektiline materialism taandada maailma kogu mitmekesisust mitmesugustele muutumatute omaduste kvantitatiivsetele kombinatsioonidele, sest niisugune taandamine moonutas tõelist maailmapilti. Dialektiline materialism seab teadusele ülesandeks uurida kõiki materia mitmesuguste liikide mitmekesiseid omadusi.

On olnud filosoofe, kes eitasid maailma materiaalset ühtsust. Nad olid arvamisel, et maailmas on olemas ainult mitmekesised asjad. Need filosoofid ei näinud puude tagant metsa. Teised, vastupidi, taandasid kõik ühele alusele, «algmateriale» ja eitasid seega mitmekesiste asjade olemasolu looduses. Need filosoofid ei näinud metsa tagant puid. Vastupidiselt nii ühtedele kui teistele võtab dialektiline materialism arvesse niihästi välismaailma ühtsust kui ka tema mitmekesisust. Sellega seoses dialektiline materialism ei määri konkreetsetele üksikteadustele kaela lõplikke järeldusi ühtede või teiste materiaalsete asjade ja nähtuste omaduste kohta. Nende omaduste sisu väljaselgitamine on konkreetsete teaduste — füüsika, keemia, bioloogia jt. — eneste ülesandeks. Dialektilise materialismi filosoofia ei ole niisugune teadus, mis dikteerib

teistele teadustele lõplikke tulemusi; ta on vaid tegevusjuhend, meetod, millele tuginedes need teadused uurivad materia ehitust ja tema konkreetseid omadusi.

Kuidas siis suhtub dialektiline materialism nendesse avastustesse materia ehituse alal, mille tegid XVIII—XIX sajandi füüsikud ja keemikud? Kas need konkreetsete teaduste seisukohad, mida tolle aja õpetlased ise võtsid kui kinnitust vana metafüüsilise materialismi kohta, on vastuolus dialektilise materialismiga? Ei, ei ole vastuolus.

Dialektiline materialism on arvamisel, et kõiki asjade omadusi ei saa pidada algmateria muutumatute osakeste muutumatute omaduste kvantitatiivsete kombinatsioonide tulemuseks. Ühtlasi aga ta ei eita, vaid vastupidi — nõuab ühtede omaduste seletamist teiste alusel, nendevahelise seose kindlakstegemist. Sellepärast vastab soojusliikumise ja molekulide mehaanilise liikumise vahelise seose avastamine Lomonossovi ja teiste teadlaste poolt täielikult dialektilise materialismi vaimule. Metafüüsikud olid veendunud, et neil on läinud korda täielikult taandada soojust mehaanilisele liikumisele. Dialektilise materialismi seisukohalt aga ei tähenda soojusnähtuste seletamine mehaanilise liikumise alusel sugugi, et soojus taandub täielikult mehaaniliseks liikumiseks. Nagu juba nägime, on soojusel ka oma erilised omadused.

Täpselt niisamuti ei ole dialektilise materialismiga vastuolus see, et asjade mitmekesisust seletatakse mitmet sorti molekulide mitmesuguste kombinatsioonidega, mitmet liiki aatomite mitmesuguste kombinatsioonidega. Kuid dialektiline materialism mõistab seda seletust teisiti kui metafüüsikud. Materialistide-metafüüsikute seisukohalt tähendab see seletus keerulise taandamist lihtsale, muutliku

taandamist muutumatule. Dialektiline materialism aga mõistab seda seletust kui meie meelte poolt tajutavate asjade omaduste ja nähtamatute osakeste — molekulide ja aatomite — omaduste vahel valitseva seose avastamist. Nende osakeste omadused aga ei ole dialektilise materialismi arvates sugugi vähem komplitseeritud ega vähem arvukad kui meeleliselt tajutavate kehade omadused. Teadus tunneb seni neid omadusi veel vähe, kuid saab aja jooksul neist kahtlemata palju rohkem teada. Konkreetsete teaduslike uurimuste ülesanne seisabki selles, et õppida võimalikult ulatuslikult ja sügavalt tundma mitte ainult meile nähtavate asjade, vaid ka nende koostisosadeks olevate aatomite ja molekulide arvukaid ning keerulisi omadusi kogu nende mitmekesisuses. Metafüüsika jaoks aga oli jagamatu ja muutumatu aatom ülimaks piiriks, millest edasi enam midagi uurida ei olnud. See, mis metafüüsilise uurija jaoks kujutab endast lõppu, on seega dialektika seisukohalt alguseks edaspidistele, äärmiselt viljakatele ja huvitavatele teaduslikele avastustele, mis on seatud aatomi omaduste tundmaõppimisega.

Kuivõrd mingit «algmateeriat», millel oleks piiratud arv omadusi, olemas ei ole, siis ei saa ka piirata aatomite omadusi: aatomitel võib olla samapalju mitmekesiseid omadusi kui nähtavatel kehal. Ja analoogiliselt sellele, nagu kehade omadused seletuvad aatomite omadustega, peavad ka aatomite omadused seletuma mingite veelgi väiksemate, aatomis olevate osakeste omadustega. XVIII—XIX sajandi teadus ei saanud tolle aja õpetlaste käsutuses olevate vahendite abil veel tungida aatomi sisemusse. Sellepärast peeti aatomit jagamatuks. Kooskõlas nende teaduslike andmetega ei eitanud dialektika aatomi suhtelist püsivust. Kuid

dialektika protestis kõige kategoorilisemalt metafüüsikute väite vastu, mille kohaselt aatom pidi igavesti jääma lihtsaks, absoluutselt jagamatuks materiaosakeseks, olenemata sellest, kuidas ka areneks teadus, kui täiuslikuks ka muutuksid uurimisvahendid. Lähtudes seisukohast, et kõik eksisteeriv on lakkamatu arenemise olekus, ei tunnusta dialektika mingite muutumatute, igaveste asjade või osakeste olemasolu. Sellepärast oli juba XIX sajandil dialektilisele materialismile endastmõistetav, et teadus suudab tulevikus avastada aatomi komplitseeritud ehituse ning aatomi koostisosad, mille omadustega seletuvad aatomi omadused ning kõik temas toimuvad muutused.

5

**KUIDAS FÜÜSIKUTE AVASTUSED  
XIX—XX SAJANDI VAHETUSEL KINNITASID  
DIALEKTILIS-MATERIALISTLIKKU  
MATEERIAKÄSITUST**

1896. aastal avastas prantsuse teadlane **Henry Becquerel** huvitava nähtuse. Kui ta pani musta paberisse mähitud fotoplaadile uraanimaagi tüki, muutus fotoplaat mustaks. Teatavasti muutub fotoplaat mustaks sel juhtumil, kui temale satuvad valguskiired. Läbi musta paberi aga valgus ei tungi. Becquerel otsustas, et uraaniplaat kiirgab mingeid nähtamatuid kiiri, mis tungivad läbi mustast paberist. Neid kiiri hakati nimetama Becquereli kiirteks.

Tehti kindlaks, et uraanimaagi kiirgus on seda intensiivsem, mida rohkem on temas uraani, ja et kõige suurem kiirgus on puhtal metallilisel uraanil. Järelikult oli Becquereli kiirte allikaks uraan.

Kuid peagi, 1898. aastal, avastas Prantsusmaal elav noor poola füüsik **Maria Sklodowska-Curie**, et üks Tšehhist toodud uranimaagi liik annab palju rohkem kiiri kui puhas metalliline uraan. Arutanud seda kummalist nähtust oma mehe — tuntud füüsiku **Pierre Curie**'ga, tegi ta järelduse, et selles uranimaagi sordis leidub mingi tundmatu aine, mis eraldab väga suurel hulgal Becquereli kiiri. Mitme aasta jooksul tegelesid Pierre ja Maria Curie selle uue aine eraldamisega maagist. Pärast neli aastat kestnud pingelist tööd, mille jooksul nad töötasid läbi ligi kaks vagunit maaki, said nad paar kümnendikku grammi uue aine ühendit klooriga. Veel mõne aasta pärast läks korda saada seda ainet puhtal kujul. Ta nimetati **raadiumiks** (ladinakeelsest sõnast «radius» — kiir; sõnasõnalises tõlkes «raadium» tähendab «kiirgav»). Becquereli kiirguse nähtust ennast aga hakati nimetama radioaktiivsuseks. Radium osutus miljon korda radioaktiivsemaks kui uraan.

Radiumi omadusi uurides avastasid teadlased, et ta eraldab soojust: vesi, millesse asetati radium, soojenes. Ja siin ilmneski kõige kummalisem asjaolu.

Kõigile on teada, et puit, eraldades soojust, põleb ning sedamööda, kuidas ta ära põleb, eraldab soojust üha vähem. Seesama leiab aset ka teiste energiaallikatega: kõik nad saavad kiiremini või aeglasemalt otsa. Vastavalt ühele põhilisele füüsika seadusele — energia jäävuse seadusele, millest me juba rääkisime, ei saa energia tekkida mittemillegi, vaid võib ainult muunduda ühest liigist teiseks või üle kanduda ühelt kehalt teisele. Kui energia kandub ühelt kehalt üle teisele, siis muutub tema hulk esimeses kehas üha vähemaks.

Füüsikute hämmastus aga oli väga suur, kui nad

veendusid, et raadiumitükist kiirgav energia aja jooksul ei vähene: täna eraldab raadiumitükk ühes tunnis niisama palju energiat kui eile; sama lugu on nädala, kuu, aasta pärast. Paljud füüsikud jälgisi tähelepanelikult raadiumi, kuid tema kiirguse intensiivsus ei vähenenud. Raadium sarnanes muinasjutu võlupajakesega: ükskõik kui palju putru ka süüa, putru jääb ikka samapalju järele.

Füüsikud rakendasid raadiumi suhtes kõikvõimalikke välismõjusid: kõrget rõhku, kuumendamist ning jahutamist, kuid miski ei suutnud muuta raadiumist kiirgava energia hulka, mingil viisil ei läinud korda seda vähendada ega suurendada.

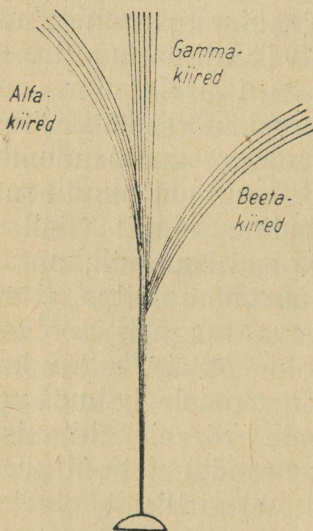
Raadiumi kiirguse enese uurimine näitas, et kui lasta need kiired läbi tugeva magneti pooluste vahelt, siis jagunevad nad kolme ossa. Üks osa kaldub ühele poole, teine — vastaspoolele, kolmas aga säilitab endise suuna. Nende kõrvalekaldumiste põhjal järeldasid teadlased, et raadiumist väljuvate kiirte hulgas on väiksed elektriliselt laetud osakesed.

Tänapäeval puutuvad elektriga kokku ja on temaga tuttavad kõik. Meenutame, et on olemas kaht liiki elektrit; üht neist nimetatakse tinglikult positiivseks, teist — negatiivseks laenguks. Ühesugused elektrilaengud tõukuvad teineteisest eemale, erinevad aga tõmbuvad teineteist ligi. Elektriliselt laetud kehade läheduses liiguvad positiivsed ja negatiivsed laengud vastaspoolele. Nii toimub ka siis, kui elektrilaengud liiguvad magneti läheduses: erinimelised laengud kalduvad kõrvale eri suundades.

Möödunud sajandi lõpul tehti kindlaks, et elekter koosneb pisikestest osakestest, mida hakati nimetama **elektronideks**. Tol ajal räägiti negatiivsetest ja positiivsetest elektronidest. Hiljem hakati

sõna «elektron» kasutama ainult negatiivselt laetud osakeste suhtes.

Niisiis, magneti lähedalt mööduvate raadiumikiirte jälgimine näitas, et nende hulka kuuluvad positiivse ja negatiivse elektriga laetud osakesed. Esimesi hakati nimetama  $\alpha$ -osakesteks ( $\alpha$  — alfa, kreeka tähestiku esimene täht), — teisi  $\beta$ -osakesteks ( $\beta$  — beeta, kreeka tähestiku teine täht); kiirte kolmandat, elektriliselt laadimata osa, mis kõrvale ei kaldu, hakati nimetama  $\gamma$ -kiirteks ( $\gamma$  — gamma, kreeka tähestiku kolmas täht).



Radioaktiivsete kiirte jagunemine magnetiväljas.

Radioaktiivsuse uurimise tulemuseks oli avastus, et aatom on komplitseeritud objekt, sest Becquereli kiirte koosseisu kuuluvad  $\alpha$ - ja  $\beta$ -osakesed ning  $\gamma$ -kiired eralduvad aatomist. See aga ei oleks võimalik siis, kui aatomid oleksid jagamatud, nagu seda varemalt arvati. Hämmastunud füüsikute silme all, kes veel hiljuti oleksid pidanud peaaegu hullumeelseks igäüht, kes oleks esinenud oletusega, et aatom on keerulise ehitusega, lagunes see telliskivi, millest pidi koosnema kogu universumi hoone!

Nii läksid luhta metafüüsikute lootused aatomi absoluutse muutumatuses. Oleks võinud teha katset leida mõnda teist muutumatu, igavest osakest, kas või sedasama elektroni. Kuid selgus, et ka

elektronid pidasid ennast ülal väga kummaliselt, hoopiski mitte nii, nagu seda oleks tulnud oodata kõige lihtsamalt, muutumatult osakeselt.

Juba Newtoni ajast peeti keha materiaalsuse põhitunnuseks massi, mida defineeriti kui kehas sisalduva mateeria hulka. Kuna mateeria hulk kehas ei saa oleneda sellest, kas keha on paigal või liigub, siis ka mass kui selle hulga mõõt ei saa, nagu arvati varem, oleneda kiirusest. Ja kaua aega ei rääkinud miski vastu sellele seisukohale, ei tekkinud mingit kahtlust tema absoluutse õigsuse suhtes.

Nüüd aga muutus kõik. Elektronid ei tahtnud alluda sellele pealtnäha vääramatule seadusele. Nad liikusid kolossaalsete kiirustega ja kiiruse kasvades suurenes nende mass. Otseste mõõtmistega tehti kindlaks, et elektroni liikumisel kiirusega 260 000 kilomeetrit sekundis suureneb elektroni mass paigalseisva elektroni massiga võrreldes kaks korda.

Metafüüsilise materialismi vundamendile rajatud vana füüsika kindel hoone, mis veel hiljuti näis nii täiuslikuna, lõi uute avastuste hoopide all kõikumata. Füüsikud lakkasid mõistmast oma teadust. «Kui ma oleksin surnud varem,» ütles üks silmapaistvaid vanu füüsikuid, «siis ma oleksin surnud muretult.» Varemalt võis füüsik tõesti olla muretu, sest ta oli veendunud, et tema teadus on avastanud absoluutselt tõe truud, lihtsa ja selge maailmapildi, milles tulevastele põlvkondadele jääb üle ainult detaile täpsustada.

Mida siis võtsid ette füüsikud? Üks osa neist püüdis igasuguste kunstlike tuge abiga vanade teooriate lagunevat hoonet kindlustada. Niisuguseid oli alguses palju, pärastpoole aga muutus nende arv üha väiksemaks. Teine osa füüsikuist

deklareeris, et neid ümbritseva maailma olemust ei ole üldse võimalik tunnetada, et mateeriat pole üldse olemaski, et olemas on ainult meie aistingud ja elamused ning teadus peab piirduma üksnes nende elamuste kirjeldamisega. Seega läksid need füüsikud materialismi positsioonidelt üle idealismi positsioonidele. Sisuliselt hakkasid nad tunnustama, et maailma aluseks ei ole meist sõltumatult eksisteeriv mateeria, vaid vaim, teadvus.

Idealistlik kujutlus maailmast tõi paratamatult kaasa materiaalse maailma seaduspärasuste uurimisest loobumise, sest idealistide arvates on maailm vaid tühjaljas näilikkus.

On selge, et idealism on veelgi rohkem vastuolus teadusega kui metafüüsiline materialism. Kuigi endise aja materialistid paljuski eksisid, tahtsid nad ikkagi tunnetada tõelist maailma, püüdsid tungida tema sisse, pisimate, meile nähtamatute materiaosakeste maailma. Seda oma püüdlust ellu viies tegidki nad palju väärtuslikke avastusi.

Idealistid aga on arvamusel, et teadus peab tegelema ainult meie nägemis-, kuulmis- ja muude aistingute kirjeldamise ning sorteerimisega ega tohi katsuda tungida asjade sisse. Pika aja jooksul võitlesid idealistid atomistliku õpetuse vastu, sest aatomite olemasolu on järsult vastuolus nende väidetega, mille kohaselt maailm olevat meie aistingute summa.

Kuni teaduse uute avastusteni olid füüsikute kujutlused aatomitest täiesti kooskõlas nende nähtustega, mida nad enda ümber nägid. Materialistlik maailmapilt oli lihtne ja arusaadav. Sellepärast olid peaaegu kõik füüsikud materialistid. Kui aga avastati nähtused, mis olid vastuolus vanade kujutlustega mateeriast, kui leiti, et mass kasvab koos kiirusega, et äärmiselt väikesest ainehulgast eral-

dub määratu suur hulk energiat, siis löid paljud teadlased kahtlema, kas maailmas ongi mingeid materiaalseid seaduspärasusi, kas ongi üldse olemas materiat.

«Mateeria on kadunud» — nii iseloomustas V. I. Lenin oma suurepärases teoses «Materialism ja empiriokrititsism» tolle aja füüsikute meeoleulusid, kes läksid üle idealismi seisukohale. Tekkinud olukorda ei saanud nimetada teisiti kui kriisiks füüsikas.

Kriis füüsikas langes ajaliselte ühte töölisklassi kapitalismivastase võitluse tugevnemisega; kapitalism jõudis oma viimsesse, imperialismi staadiumi. Küpses ja peagi puhkes esimene Vene revolutsioon.

Kodanlus võitles kõigi vahenditega töölisklassi revolutsioonilise teadlikkuse kasvu vastu.

Klassivõitlus toimus ka filosoofia valdkonnas. Valitsevad klassid toetasid kõige reaktsioonilisemaid filosoofilisi õpetusi, juurutasid kõikjal idealismi. Idealismi propageeriti õppeasutustes, arvukates ajakirjades ja raamatutes. Materialismi vastu aga peeti ägedat võitlust. Näiteks said suured tagakiusamised osaks Haeckelile, teadlasele, kes tol ajal esines materialistlike vaadete propagandaga. Idealistid pidasid võitlust mitte ainult kaasaegsete materialistide vastu. Reaktsioonilised filosoofid sõdisid ka endise aja materialistidega nii, nagu oleksid need veel elus. Idealistide erilise viha alla langes Demokritos — atomistliku õpetuse rajaja.

On arusaadav, et kogu see olukord tõukas kodanlikke füüsikuid idealismi poole, ja sellepärast omandas füüsika kriis sügava ning pikaleveniva iseloomu.

Kuid idealistid pühitsesid oma võitu asjatult. Uued avastused ei õõnestanud mitte igasugust

materialismi, vaid õõnestasid ainult vana, metafüüsiline materialismi. Mitte mateeria ei osutunud kadunuks, vaid kokku varises endine, metafüüsiline arusaamine mateeriast kui kõigi asjade muutumatumust algest. Ei suutnud ju fakti, et aatom laguneb elektronideks, mille mass muutub koos kiirusega, mõista ainult need, kes olid arvamisel, et osakesed, millest koosneb mateeria, on igavesed ning jagamatud, et mateeria omadused on igavesed ja muutumatud.

Asjade muutumatu olemuse tunnustamine on iseloomulik **metafüüsilisele** materialismile. Uut, **dialektilist** materialismi aga enamus toleaegseid kodanlikke füüsikuid lihtsalt ei tundnud, sellepärast nad ei saanudki läheneda uutele avastustele tõesti teaduslikult, dialektilis-materialistlikult seisukohalt. Raamatus «Materialism ja empiriokrititsism» näitas V. I. Lenin, et uus füüsika, lükates ümber metafüüsiline materialismi vaated, oli ühtlasi hiilgavaks tõendiks dialektilise materialismi tõesusele ja elujõule, eeskätt dialektilis-materialistlikule mateeriakäsitusele.

Dialektiline materialism eitab absoluutselt jagamatute mateeriaosakeste ja nende igaveste, muutumatumate omaduste olemasolu. Sellepärast oli aatomi komplitseeritud ehituse ja elektronide omaduste muutlikkuse avastamine tõeliseks dialektika triumfiks. Kui imelikuna, kui kummalisena ka näisid metafüüsika seisukohalt elektronide äsjaavastatud omadused, dialektilise materialismi seisukohalt olid nad täiesti arusaadavad. Ei ole midagi imestama panevat selles, et osakestel, mis oma mõõtmetelt on meile nähtavatest kehadeist miljoneid kordi väiksemad, on niisugused omadused, mis erinevad nende kehade omadustest. Dialektiline materialism õpetab, et me võime, kui tunnetame mateeriat veelgi

sügavamalt, kohata veelgi kummalisemaid, veelgi ebatavalisemaid omadusi. Tunnetamise protsessis me ei jõua iialgi absoluutse piirini, millegi täiesti lihtsani. Edaspidiste uurimuste tulemusi ette aimates esitas V. I. Lenin suurepärase mõtte, et **elektron**, millega füüsika oli tol ajal alles hiljuti tutvunud, **on niisama ammendamatu nagu aatomgi.**

Kas aatomi koosseisu kuuluvad elektronid on materiaalsed või mitte? Selle küsimuse lahendamiseks tuleb selgusele jõuda: 1) kas nad eksisteerivad objektiivselt, 2) kas nad mõjuvad meie meelegaorganitele. Füüsika annab neile mõlemale küsimusele jaatava vastuse. Tõepoolest, elektronid eksisteerivad füüsikute ja teiste inimeste teadvusest sõltumatult ning paljude elektronide ühist toimet (mõningatel üksikjuhtumitel ka üksikute elektronide toimet) me paneme kahtlemata tähele eksperimentides. Samuti pole kahtlust ka selles, et elektronid liiguvad ruumis ja ajas. Järelikult on dialektilis-materialistliku mateeriakäsituse seisukohalt elektron niisama materiaalne kui laud, maja või mingi muu meid ümbritsev ese. Materiaalsed on elektronid, materiaalsed on elektronidest koosnevad aatomid, materiaalsed on aatomitest koosnevad asjad. See tähendab, et materia, nii nagu teda mõistab dialektika, ei ole kadunud.

Seega lükkas V. I. Lenin ümber idealistide katsed kasutada uusimaid füüsika avastusi oma reaktsiooniliste teooriate põhjendamiseks. Lenin näitas veenvalt, et füüsikateaduse andmed annavad tunnistust mitte üksnes metafüüsilise materialismi ekslikest vaadetest, vaid eeskätt just sellest, kui alusetu on idealism, mis väidab, et materiaalne maailm ei eksisteeri meist sõltumatult, et meile ainult näib, nagu oleks materia olemas.

Asjatult kuulutasid idealistid prohvetitena ette,

et viiekümne aasta pärast (s. o. ligikaudu meie päevil) räägivad aatomitest üksnes hallpaised õpetlased, kes loevad raamatukogude vaikusel vanu raamatuid. Tänapäeval tunnevad aatomeid mitte ainult füüsikud, vaid ka tavalised inimesed, isegi lapsed. See sõna on ammu läinud teaduslike tööde ja õpperaamatute lehekülgedelt ajakirjade ja ajalehtede veergudele.

Selle näite najal võime veel kord veenduda, kui võrd vaenulik on teadusele idealism, millist suurt kahju oleks kannatanud teadus, kui kõik füüsikud oleksid läinud kaasa idealistidega ja heitnud kõrvale aatomiõpetuse. Ilma aatomiõpetuseta ei oleks olnud võimalik luua tänapäeva aatomifüüsikat, mis, nagu näeme allpool, on teinud hiiglasuure praktilise tähtsusega avastusi.

Ainus filosoofia, mis on täielikult kooskõlas füüsika uusimate avastustega, ainus tõeliselt teaduslik filosoofia on dialektiline materialism. Sellepärast, kirjutas V. I. Lenin, liigub füüsika kõigist idealistide pingutustest hoolimata stiihiliselt, eba-teadlikult dialektilise materialismi poole. Füüsika ise sünnitab dialektilist materialismi, sest kõik tema avastused on uueks kinnituseks dialektilis-materialistliku looduskäsituse õigsuse kohta.

Seoses füüsika idealistlike moonutuste kritiseerimisega näitas V. I. Lenin filosoofia ja füüsika kohta materia omaduste uurimises.

Varemalt arvati, et materia omaduste ja materia ehituse uurimine on kõigepealt filosoofide ülesanne. Sellepärast ei ole juhuslik, et järeltuleva materia aatomilise ehituse kohta, niisamuti nagu ka tema põhiliste omaduste — kõvaduse, läbimatuuse jne. — kohta jõudsid õpetlased peamiselt filosoofiliste kaalutluste, mitte aga eksperimentaalsete uurimuste põhjal (meenutame Demokritost,

Lucretiust, XVIII sajandi filosoofe-materialiste). Füüsikale ja keemiale jäeti sisuliselt ainult abistav osa: nende ülesandeks pidi olema üksnes filosoofia järelduste kontrollimine ja täpsustamine.

Niisugune arusaamine filosoofia osatähtsusest oli iseloomulik metafüüsikutele. Pidasid nad ju filosoofiat teaduseks, mis peab uurima kõike seda, mis on igavene ja muutumatu. Metafüüsikute seisukohalt, kes vaatasid materiat kui kõigi asjade igavest ja muutumatut alust, pidi materia omaduste ja ehituse uurimine olema filosoofide ülesandeks.

Kooskõlas uue, dialektilise materiakäsitusega lahendas V. I. Lenin uut moodi küsimuse füüsika ja filosoofia ülesannetest materia uurimisel. Ta tõstis esile selle küsimuse kaks külge, kaks võimalikku lähenemisteed materia uurimisele.

Ühest küljest võib materiat uurida kogu tema konkreetsete omaduste mitmekesisuses. Kõik need omadused on muutlikud: nad võivad muunduda üksteiseks; ühtedel materia liikidel võivad olla ühed omadused, teistel — hoopis teised. Siia kuulub ka materia ehituse, materia koostisosakeste — aatomite, elektronide jne. küsimus. Filosoofia ei suuda oma jõududega neid küsimusi lahendada. Ükskõik kui õiged ka oleksid filosoofi seisukohad, ükskõik kui laitmatult ta ka arutaks, ikkagi ei saaks ta ainuüksi arutluste abil uurida näiteks aatomi ehitust. Selleks läheb vaja peeneid eksperimente, mida teostatakse äärmiselt komplitseeritud tehnika abil. Niisuguseid eksperimente aga viivad läbi füüsikud ja keemikud. Sellepärast kuuluvad kõik need küsimused eeskätt füüsikateaduste valdkonda.

Teisest küljest võib üles tõsta mitte materia eri liikide konkreetsete omaduste, vaid materia ja teadvuse vastastikuse suhte küsimuse. See ei ole

füüsikateaduse, vaid filosoofiateaduse aineks. Just selles küsimuses toimubki võitlus materialismi ja idealismi vahel. Idealism on arvamisel, et materia eksisteerib üksnes meie teadvuses ja meile ainult näib, et materia eksisteerib reaalselt. Materialism aga väidab, et materia eksisteerib objektiivselt, meie teadvusest sõltumatult, ja et selles on filosoofia seisukohalt materia peaomadus. Materialistid võivad olla mitmesugused omadused, mitmesugune ehitus. Kuid kõigil juhtudel jääb materia objektiivseks reaalsuseks, mis mõjutab meie meeleelundeid.

Dialektiline materialism ei väida sugugi, et meie praegused kujutlused maailma ehitusest on lõplik tõde. Pole vähimatki kahtlust, et koos teaduse edasiarenemisega muutub füüsikute poolt loodud maailmapilt korduvalt, muutudes seejuures üha täpsemaks ning lähenedes tõe. Dialektiline materialism väidab ainult seda, et selles lõpmatus materia tundmaõppimise, tema ehituse ja konkreetsete omaduste tunnetamise protsessis ei jõua füüsika iialgi mingisuguse muutumatu piirini, millest edasi ei ole enam midagi uurida. Kogu maailm on alalise muutumise ja arenemise olekus. Sellepärast, kui uurimine kestab lõpmatult, avastatakse ka lõpmatult üha uusi materia omadusi.

Idealistlikud järeldused XX sajandi füüsika avastustest olid suurel määral tingitud sellest, et aeti segi kaks küsimust: filosoofiline (materia kui objektiivse reaalsuse eksisteerimise küsimus) ja füüsikaline (materia ehituse küsimus).

Kuid tuleb rõhutada, et piirjoone tõmbamine nende kahe küsimuse vahele ei tähenda sugugi, nagu puuduks nende vahel igasugune side. Me nägime juba, kuidas dialektilise materialismi filosoofia kasutab teaduse andmeid selleks, et põhjen-

dada oma arusaamist materiast. Teisest küljest võivad füüsikud mõista oma avastuste olemust ainult sel juhtumil, kui nad juhivad dialektilise materialismi filosoofiast. Dialektiline materialism avab füüsikale perspektiivid lõputuks tungimiseks materia sügavustesse, perspektiivid üha uute materia omaduste tunnetamiseks.

Ligi pool sajandit on möödunud sellest ajast, millal algasid suured avastused loodusteaduses ja millal Lenin kirjutas raamatu «Materialism ja empiriokrititsism». Nende aastate jooksul on füüsika astunud väga suure sammu edasi materia tundmaõppimisel, kinnitades sealjuures üha rohkem dialektilise materialismi seisukohtade õigsust. Tänapäeval me teame materia ehitusest võrratult rohkem, kui teati viiskümmend aastat tagasi. Ja sealjuures tuleb ütelda, et tänapäeval me oskame neid teadmisi ka suure eduga praktikas rakendada.

Mida siis on füüsikud avastanud selle aja jooksul? Mida me teame kaasaegse füüsika põhjal materia ehitusest?

## 6.

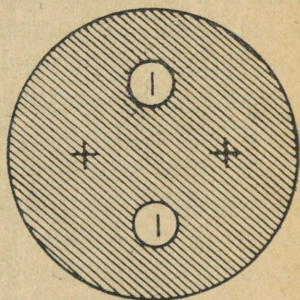
### **MIDA RÄÄGIB TÄNAPÄEVA FÜÜSIKA MATERIA E HITUSEST**

Me teame, et XIX—XX sajandi vahetusel tehti kindlaks, et aatom on jagatav ja et tema koosseisu kuuluvad elektronid. Õpetlaste ette kerkis ülesanne välja selgitada, kuidas paiknevad need elektronid aatomis, s. o. tundma õppida aatomi ehitust.

Selle ülesande lahendamine viis välja avastustele, mis on annud inimkonnale võimaluse rakendada enda teenistusse niisuguseid võimsaid jõudu- sid, mida meie vanaisad ei oleks võinud isegi endale

ette kujutada. Avanes üks kõige kütkestavamaid loodusteaduse peatükke — **aatomifüüsika**.

Vastavalt esimestele kujutlustele aatomi ehitusest, mille esitas inglise füüsik **Thomson**, olid negatiivsed ja positiivsed laengud aatomis üksteisega segatud. Aatomit kujutleti millegi ümmarguse rosinasaia taolise-na: taignaks, millest sai on küpsetatud, on positiivsed laengud, rosina-



Aatomi mudel Thomsoni järgi.

teks aga — negatiivsed laengud, elektronid. Elektronide arvu aatomis peeti just selliseks, et nende negatiivne laeng võiks tasakaalustada aatomi ülejäänud massi positiivse laengu. Järelikult, kuigi oli avastatud aatomi keerulehitus, olid mõned füüsikud arvamisel, et aatomi üksikud osad paiknevad tihedasti üksteise kõrval. Nad püüdsid säilitada aatomi pidevuse, läbimatuse omadust, mis oli nende arvates kohustuslik materia pisimale osakesele.

Marksistlik-leninlik filosoofia — dialektiline materialism — on arvamisel, et materjal ei ole sedalaadi igavesi, muutumatuid omadusi. Ja füüsika tõendas uuesti dialektilis-materialistliku materiakäsituse õigsust.

Selleks et otsustada, kas aatomid on pidevad või mitte, tuli katsuda lasta aatomitest läbi teisi osakesi. Niisugused osakesed olid juba füüsikute käsutuses. Nad eralduvad näiteks radioaktiivse kiirguse puhul raadiumi aatomist. Neid osakesi võiski kasutada mürskudena aatomite pommitamiseks.

Kui aatomid on pidevad, s. o. kui nad kujutavad

endast ühtainsat tihedat massi, siis peab osakene aatomitega kokku põrgates oma teelt kõrvale kalduma. Kui näiteks suunata õhutühjas torus olevale kullalehekesele nende osakeste vool, milledest koosnevad  $\alpha$ -kiired, mida eraldavad kiirgavad radioaktiivsed ained, siis peavad need kiired kulla-aatomiga kokkupõrkamise ja oma teelt kõrvalekaldumise tulemusel hajuma laiali mööda toru seinu. Seda aga ei juhtu siis, kui  $\alpha$ -osakesed liiguvad tühjas ruumis, kohtamata takistusi. Sel juhul põrkuvad  $\alpha$ -osakesed otsejoones liikudes vastu toru teist seinu, mis asetseb otseselt selle koha vastas, kust nad välja lendasid.

Ja 1911. aastal alustabki inglise füüsik **Rutherford** kulla-aatomite pommitamist  $\alpha$ -osakesetega. Selgus, et rõhuv enamuse  $\alpha$ -osakesi läheb aatomitest läbi niisamuti, nagu mürsk läheb läbi pilvedest, kaldumata põrmugi oma teest kõrvale. Ainult väga väike hulk osakesi kaldus kõrvale ja hajus laiali. Rööbiti sellega mõned osakesed ei kaldunud lihtsalt kõrvale, vaid põrkasid tagasi nagu pall seinalt, nagu oleksid nad kohanud ületamatut takistust.

Arvestused, mis tehti nende eksperimentide seletamiseks, näitasid, et peaaegu kogu aatomi mass on kontsentreeritud tema keskpunkti ja moodustab tema tuuma. See tuum, mis moodustab aatomi põhilise massi, hõlmab ühtlasi äärmiselt väikest osa aatomi mahust. Sellega seletub niihästi see asjaolu, et rõhuv enamuse  $\alpha$ -osakesi läheb aatomitest läbi täiesti vabalt, kaldumata vähimalgi määral kõrvale, kui ka see, et mõned osakesed kalduvad tugevasti kõrvale: need on nimelt need osakesed, mis põrkavad kokku tuumaga.

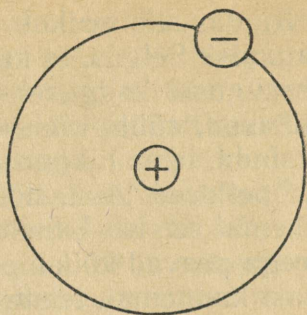
Rutherfordi katsete tulemusel kerkis füüsikute ette aatomi ehituse pilt. See pilt osutus täiesti oota-

matuks. Aatom sarnanes oma ehituselt väga suuresti . . . päikesesüsteemiga! Teatavasti koosneb päikesesüsteem suurest kesksest kehast — Päikesest, mille ümber tiirlevad suurtes kaugustes planeedid: Merkuur, Veenus, Maa ja teised. Kõigi planeetide mass kokku on tunduvalt väiksem Päikesese massist. Sedasama näeme ka aatomis. Aatomi keskpunktis on aatomi «päike» — aatomituum. Tuuma ümber, võrdlemisi suurtes kaugustes temast, tiirlevad elektronid. Et saada ettekujutust nendest kaugustest, suurendame mõttes aatomit palju kordi, nii et tema tuum muutuks näiteks jalgpalli suurusks. Kui oletada, et see «tuum» on keset Moskvat, siis elektronid tiirleksid sel juhul temast 30—50 kilomeetri kauguses.

Elektronid on laetud negatiivselt, tuum — positiivselt. Igal elektronil on üks negatiivne laeng. Tuumas aga on niisama palju positiivseid laenguid, kui suur on elektronide arv aatomis. Seega on negatiivsete laengute hulk võrdne positiivsete laengute hulgaga. Selletõttu nad tasakaalustavad teineteist, ja tervikuna on aatom tavaliselt neutraalne, s. o. tal ei ole mingit elektrilist laengut.

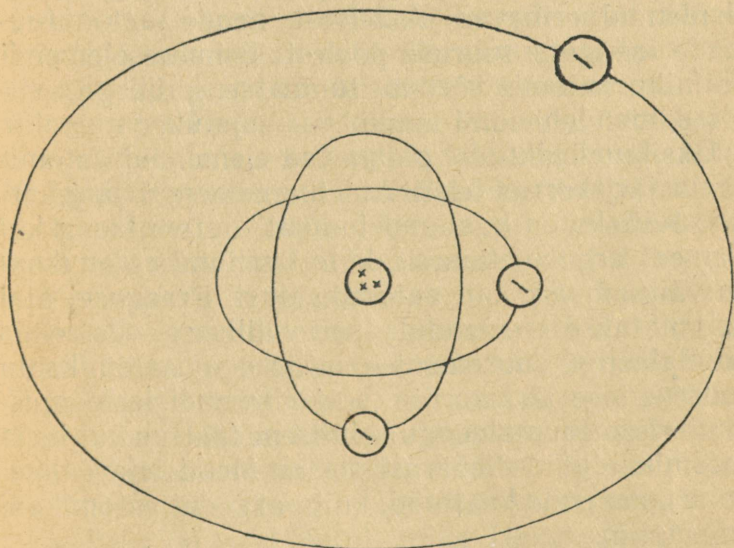
Eri aatomites on erinev hulk elektrone. Kõige lihtsamaks osutus vesiniku aatom. Selles aatomis tiirleb tuuma ümber ainult üks elektron. Järelikult on vesiniku aatomi tuumal positiivne laeng, mis oma suuruselt võrdub ühe elektroni laenguga. See laeng võetigi ühikuks. Vesiniku aatomi tuuma kui kõige lihtsamat hakati nimetama **prootoniks** (kreekakeelsest sõnast «protos», see tähendab «esimene»). Ei ole juhuslik, et just vesiniku aatom osutus oma ehituselt teistest aatomitest lihtsamaks. On see ju kõige kergem aatom, ja Mendelejevi tabelis, kus elemendid on paigutatud aatomikaalude järjekorras, asub vesinik esimesel kohal.

Järgmine koht Mendelejevi tabelis kuulub gaas heeliumile. Heeliumi aatomis tiirleb tuuma ümber kaks elektroni. Järelikult on tema tuumal kaks positiivset laengut. Heeliumi aatomi tuum kujutabki endast neidsamu  $\alpha$ -osakesi, mis esmakordselt avastati raadiumi kiirtes ja mille abil Rutherford tõestas aatomi-tuuma olemasolu.



Vesiniku aatomi mudel.

Heeliumile järgneb perioodilisuse süsteemis liitium. Tema aatomis on kolm elektroni ja tema tuuma laeng võrdub kolme ühikuga.



Liitiumi aatomi mudel.

Kuidas siis paiknevad need elektronid liitiumi aatomis? Selgus, et kaks neist paiknevad ligikaudu ühesugusel kaugusel tuumast ehk, nagu ütlevad füüsikud, «ühes kihis». Kolmas elektron aga tiirleb üksinda, tema liikumise tee on tuumast kaugemal.

Õpetlased tõestasid, et esimeses, tuumale kõige lähemal seisvas kihis ei saa olla üle kahe elektroni. Seega peavad kõik ülejäänud elektronid asuma tuumast kaugemal, teistes kihtides.

Tabeli neljandal elemendil berülliumil on aatomis neli elektroni, millest kaks liiguvad sisemises kihis ja kaks — välises kihis. Viiendal elemendil — booril — tiirleb sisemises kihis, nagu teistelgi, kaks elektroni, välises kihis — kolm elektroni.

Me näeme, et elemendi järjekorranumber Mendelejevi tabelis langeb ühte tema aatomis olevate elektronide arvuga ja järelikult ka tuumalaengu suurusega. Kõik käesoleva ajani tuntud keemilised elemendid erinevad üksteisest nende aatomituumade laengute suuruse poolest. Esimese elemendi vesiniku aatomis võrdub tuumalaeng ühega, viimase, mendeleviumi aatomis — saja ühega.

Üksikutel juhtudel paiknevad elemendid aatomikaalu järjekorras teisiti kui tuumalaengu järjekorras. Näiteks on kaaliumi tuumal suurem laeng kui element argooni tuumal, kuid kaaliumi aatomikaal on väiksem argooni aatomikaalust. Praegusel ajal paigutatakse elemendid perioodilisuse süsteemis tuumalaengu suurenemise, mitte aga aatomikaalu suurenemise järjekorras, sest elemendi iseloomustamisel on tuumalaengul olulisem tähtsus kui tema aatomikaalul. Sellepärast seisab Mendelejevi tabelis argoon enne kaaliumi, kuigi argooni aatomikaal on suurem.

Kuidas aga seletada keemiliste elementide omaduste perioodilist muutumist üleminekul väiksema

aatomikaalu ja laenguga elementidelt suurema aatomikaalu ja laenguga elementidele? Mispärast sarnaneb näiteks element liitium, mille tuuma laeng on 3 ja aatomikaal 6,940, oma keemilistelt omadustelt mitte heeliumi ja berülliumiga, mis on kaalu ja laengu poolest tema naabriteks, vaid naatriumiga, mille tuumalaeng on 11 ja aatomikaal 22,991, või kaaliumiga, mille tuumalaeng on 19 ja aatomikaal 39,100? Mispärast liitiumile järgnev element berüllium sarnaneb naatriumi naabri — magneesiumiga, element boor aga, mis paikneb berülliumi järel, ei sarnane jällegi mitte oma naabriga, vaid element alumiiniumiga, mis järgneb magneesiumile?

Füüsikud ja keemikud, kes seadsid endale selle küsimuse möödunud sajandil, kui aatomit peeti jagamatuks, ei suutnudki leida talle vastust. Ainult aatomi sisemise ehituse selgitamise tulemusel avanes elementide omaduste perioodilisuse saladus.

Asi on selles, et elementide keemilised omadused on kõigepealt seotud aatomite võimega astuda üksteisega ühtedesse või teistesse ühendustesse, mille tulemusel tekivad keemiliste ühendite molekulid. See võime oleneb aatomi välises, tuumast kõige kaugemal asuvas osas olevate elektronide arvust, sest seespool, tuumale lähemal asuvad elektronid ei etenda selles vastastikususes mõjus olulist osa.

Me teame juba, et esimeses, tuumale kõige lähemas kihis ei saa olla üle kahe elektroni. Kuid ka teises kihis, nagu selgub, võib neid olla küll üle kahe, kuid ikkagi teatud kindel, piiratud arv, ja nimelt 8. Kui aatomil on üle kümne elektroni, siis nad tiirlevad vähemalt kolme orbiiti mööda: 2 — esimeses, 8 — teises, ülejäänud — kolmandas, neljandas jne.

Näiteks on naatriumil, mille laeng võrdub üheistkümnega, välises (kolmandas) orbiidis üks elektron. Liitiumil aga, mille laeng on kolm, tiirleb

välises (antud juhul teises) kihis samuti üks elektron. Keemilised omadused olenevad peamiselt mitte sellest, kuipalju elektrone tiirleb seesmistes orbiitides, vaid sellest, kuipalju elektrone tiirleb välises kihis. Sellepärast on täiesti loomulik, et liitium on oma omadustelt rohkem sarnane naatriumiga, kui oma naabri berülliumiga. On ju berülliumil välises orbiidis kaks elektroni (tema tuuma laeng võrdub neljaga, järelikult tiirleb seesmises orbiidis kaks elektroni ja välises orbiidis kaks elektroni). Sellepärast paiknevad naatrium ja liitium tabelis teineteise all, ühes grupis, kuna berüllium on teises grupis.

Loomulikult tekib teine küsimus: mispärast võib esimeses kihis olla ainult kaks elektroni, teises — kaheksa? Tänapäeva füüsika annab vastuse ka sellele küsimusele. Kuid selle küsimuse seletused on liiga keerulised, et neid võiks siinkohal tuua.

1919. aastal astuti uus tähtis samm edasi aatomi-temaailma alistamisel. Tuletame meelde, et üks osa  $\alpha$ -osakesi, s. o. heeliumi tuumi, millega Rutherford oma katses pommitas kullalehekest, põrkas tagasi. Need olid need osakesed, mis põrkasid kokku kulla aatomite tuumadega. Oma katseid jätkates tegi Rutherford uue, väga huvitava avastuse. Ta tegi kindlaks, et heeliumi tuumad võivad mitte üksnes teiste elementide tuumadelt tagasi põrgata, vaid ka ...nendesse tuumadesse tungida. Ei ole raske mõista, millised võimalused avanevad seoses sellega teadusele. Kui aatomituuma võivad tungida ja sinna jääda mingite teiste elementide osakesed, siis see tähendab, et aatomi tuum muutub, kusjuures suureneb tema laeng. Tuumalaengust aga, nagu teame, olenevad elementide omadused. Sellepärast võime mingi elemendi tuuma laengut muutes saada tema asemel teise keemilise elemendi aatomeid.

Seega osutub võimalikuks muuta ühtesid elemente teisteks.

Ja tõepoolest, selline muutmine leidis peagi aset. Lämmastiku aatomeid  $\alpha$ -osakestega pommitades avastas Rutherford lihtsa ja teravmeelse seadeldise abil suure kiirusega lendavate prootonite tekkimise, kusjuures enne seda prootoneid seadeldises ei olnud. Seda tulemust seletati järgmiselt. Lämmastiku aatomi tuum neelas ära  $\alpha$ -osakese, s. o. heeliumi aatomi tuuma, kuid sealjuures tõrjuti temast välja prooton. Lämmastiku tuuma laeng on 7, heeliumi tuumal aga — 2. Järelikult, kui me liidame 7-le 2 ja lahutame 1 — väljatõrjutud prootoni laengu, siis näeme, et uue tuuma laeng peab olema 8. Mendelejevi tabeli abil tegi Rutherford kindlaks, et elemendiks, mille tuumalaeng võrdub kaheksaga, on hapnik. Teiste füüsikute edasised katsed kinnitasid, et lämmastiku pommitamisel  $\alpha$ -osakestega tekib tõepoolest hapnik.

Pärast lämmastiku muutmist hapnikuks õnnestus muuta rida teisi keemilisi elemente, näiteks — alumiiniumi räniks.

Need avastused lükkasid lõplikult ümber metafüüsilise idee muutumatutest keemilistest elementidest ja kinnitasid veel kord dialektilise materialismi õpetust igavesti muutuvast materiasist. Uue kinnituse selle õpetuse õigsuse kohta andis aatomite koosseisu kuuluvate lihtsaimate osakeste uurimine. Neid osakesi nimetatakse **elementaarosakesteks**.

Pikemat aega tunti ainult kaht liiki elementaarosakesi: negatiivse laenguga elektrone, millel on väike mass, ja positiivse laenguga prootoneid, millel on suhteliselt suur mass. 1932. aastal aga avastati uued osakesed. Esiteks avastati neutron. Selle osakese mass võrdub ligikaudu prootoni massiga, kuid erinevalt prootonitest ei ole neil osakestel

elektrilist laengut. Sellepärast nimetatigi nad **neutroniteks** (ladinakeelsest sõnast «neutrum» — ei üks ega teine, s. o. antud juhul ei positiivne ega negatiivne).

Selsamal aastal avastati veel üks osake, mille mass võrdub elektroni massiga, kuid mille laeng on positiivne. Teda hakati nimetama **positroniks** (sõnast «positivus» — positiivne).

Selle järel avastati laenguga osakesed, mille mass on elektroni ja prootoni massi vahepeal: elektronist raskem, kuid prootonist kergem. Nad nimetati **mesoniteks** (kreeka sõnast «mesos» — keskmine).

On huvitav märkida, et positroni olemasolu tehti esialgu kindlaks teoreetiliselt ja seda ennustati enne tema eksperimentaalset avastamist.

Koos teaduse edasiarenemisega avastasid füüsikud üha uusi osakesi. Kõige rohkem avastati mesoneid, s. o. vahepealse massiga osakesi. Sealjuures leiti palju erisuguse massiga mesonite liike. 1948.—1950. aastal tehti kindlaks neutraalsete, ilma laenguta mesonite olemasolu.

Palju kaudseid andmeid tõendab **neutriino** — ilma laenguta ja elektroni massist 30 väiksema massiga osakese olemasolu. Teisest küljest on viimase ajal avastatud prootonist raskemad osakesed. Neid hakati nimetama **hüperonideks** (kreekakeelsest sõnast «hüper» — «üli-»), kuivõrd nende mass on kõigi siia maani tuntud osakeste massist suurem. On saadud andmeid niisuguste osakeste olemasolu kohta, mille mass võrdub prootoni massiga, kuid mille laeng on negatiivne. Neid nimetatakse **anti-prootoniteks**.

Elementaarosakeste mitmesuguseid «sorte» on nii palju ja neil on niivõrd mitmekesised omadused, et metafüüsilistest ettekujutustest materia suhtes

ei jäänud kivi kivi peale. Kõigile on saanud täiesti selgeks, et metafüüsikute katsed seletada kogu meid ümbritseva maailma mitmekesisust lihtsate, ilma kvaliteedita osakeste mitmesuguste kombinatsioonidega ja nende osakeste mehaanilise ümberpaiknemisega ruumis on täiesti lootusetud.

Elementaarosakeste liikumine osutus keerulisemaks kui varemalt arvati. See liikumine on äärmiselt komplitseeritud ja ei sarnane hoopiski lihtsa ümberpaiknemisega ruumis. Vastupidiselt metafüüsikute-mehhanistide väidetele tehti kindlaks, et mitte füüsilised protsessid ei ole tingitud mehaanilisest liikumisest, vaid vastupidi — mehaaniline liikumine ise, sealhulgas ka kehade ümberpaikmine ruumis, mida me näeme, on tingitud keerulismatest protsessidest, mis leiavad aset nendes kehaes.

Kuid kõige suurem pettumus tabas metafüüsikuid siis, kui nad said teada tänapäeva «universumi ehituskivide» mõnedest teistest iseärasustest. Need «ehituskivid» on võimelised muutuma üksteiseks. Näiteks muutub neutron elektroniks ja prootoniks; prooton — neutroniks ja positroniks jne. Elektronid ja positronid kaovad teineteisega ühinedes täiesti ja nende asemele tekib valgusevälgatus. See nähtus rõõmustas idealiste väga. Nad väitsid, et vihatud materia on lõpuks ometi kadunud! Oli materia — elektron ja positron, pärast nende ühinemist aga ei jäänud midagi järele.

Kuid lugeja on juba küllalt tuttav dialektilise materialismiga, et jõuda selles küsimuses selgusele. Elektroni ja positroni asemel valgusevälgatuse tekkimine ei vii teda segadusse ega sunni uskuma idealistlikku järeldust, nagu oleks materia kadunud. Ta küsib muidugi kõigepealt, kas see valgus eksisteerib objektiivselt, s. o. meie teadvusest sõltu-

matult, või meile ainult näib, et ta eksisteerib? Kas me võime teda tajuda oma meeltega? Teadus annab neile küsimustele jaatava vastuse. Järelikult on **valgus samuti mateeria** ja elektroni ning positroni kadumisel ei kao mateeria, vaid leiab ainult aset ühe materialiigi muutumine teiseks.

Mateeria eri vormide üksteiseks muundumine annab tunnistust materiaalse maailma ühtsusest, sellest, et erinevusest hoolimata on kõigis neis vormides olemas ühist.

Niisuguste muundumiste tõttu on paljude elementaarosakeste iga väga lühike. Näiteks «elavad» mesonid ja positronid ainult miljondikke sekundeid. Niisama ebastabiilsed on ka hiljuti avastatud osakesed — hüperonid.

Need osakesed, nagu näeme, pole hoopiski sarnased muutumatute «universumi ehituskividega».

Missugused elementaarosakesed kuuluvad siis aatomituumade koosseisu? Mõnda aega oletati, et tuumas on prootonid, mille arv võrdub elemendi aatomikaaluga, ja elektronid, mis tasakaalustavad ühe osa positiivseid tuumalaenguid. Nii et tuuma üldist laengut peeti võrdseks tuumas olevate prootonite arvuga, maha arvatud need prootonid, mis on neutraliseeritud tuumas olevate elektronide poolt.

Hiljem tõestati, et see oletus on vastuolus rea andmetega, mis on füüsika poolt kõikumatult kindlaks tehtud, ja sellepärast tuli sellest oletusest loobuda.

Aatomituuma ehitust aitas välja selgitada neutroni avastamine. Nõukogude füüsik **D. D. Ivanenko** esitas seisukoha, et tuuma koosseisu ei kuulu prootonid ja elektronid, vaid prootonid ja neutronid. Prootonite arvust oleneb tuuma laeng, prootonite ja neutronite üldarv kokku aga võrdub tema aatomikaaluga.

Kuidas aga seletada niisugusel juhul seda tõsiasja, et radioaktiivsel kiirgusel eralduvad aatomituumast  $\beta$ -kiired, s. o. elektronid?

Elektrone tuumas tõesti ei ole, kuid nad tekivad tuuma ümbritsevas ruumis tuuma koosseisu kuuluvate osakeste muundumise tulemusel. Nii sünnitab neutron prootoniks muutudes elektroni. Sellega seletubki radioaktiivsete ainete  $\beta$ -kiirgus (s. o. elektronide vool.  $\alpha$ -kiirte (s. o. heeliumi tuumade) eraldumist seletatakse järgmiselt. Heeliumi aatomi tuum, kuhu kuulub 2 prootonit ja 2 neutronit, on eriti stabiilne. Sellepärast lendavad radioaktiivsetest ainetest sageli välja üheskoos kaks prootonit ja kaks neutronit, s. o.  $\alpha$ -osakesed.

Seoses aatomituumade ehituse prootonilis-neutronilise teooriaga tekib järgmine küsimus. Millega seletada, et eriti näiteks heeliumi tuumad ei lagune ja et nad kujutavad endast üsna stabiilseid moodustusi? Teatavasti on ju kõik prootonid laetud positiivselt, positiivsed laengud aga tõukuvad üksteisest eemale. Neutronid aga ei saa sel juhul avaldada mingisugust elektrilist mõju, kuna neil ei ole laengut.

Selle küsimuse üle järelemõtlemine tõi oletusele, et tuumas funktsioneerivad uued, senitundmatud, võimsad jõud, mis on elektrilise eemaletõukamise jõust mitu korda suuremad. Nende jõudude olemust ei ole siiani veel täielikult tundma õpitud. Kuid selge on, et need jõud on määratu suured. Elektrilise eemaletõukamise jõud on seda suurem, mida väiksem on vahemaa. Sellepärast peavad niisuguste väikeste vahemaade puhul, nagu tuumas prootonite vahel, prootonitevahelised eemaletõukamise jõud olema väga suured. Selleks aga, et sellest hoolimata prootoneid tuumas kinni hoida, on vaja veelgi suuremaid jõudusid.

Sellised võimsad jõud võivad teha ka määratu suurt tööd, palju kordi suuremat kui see, mida tehakse teiste meil tuntud jõudude — auru, elektri jne. — abil. Võimet teha tööd, nagu juba rääkisime, nimetatakse füüsikas energiaks. Järelikult sisalduvad aatomituumad väga suurt energiat.

Aatomituumades sisalduva energia kolossaalse hulga üle võib otsustada ka teiste kaalutluste põhjal. Pärast seda, kui oli täpselt mõõdetud prootonite ja neutronite massi, hämmastas teadlasi üks väga kummaline nähtus. Kahest prootonist ja kahest neutronist koosneva heeliumituumaga (s. o.  $\alpha$ -osakese) mass osutus väiksemaks kui kahe prootoni ja kahe neutroni masside summa eraldi. Tuleb välja, et nelja üksiku osakese ühinemisel üheks keeruliseks osakeseks kaob kuhugi üks osa massi.

See kummaline fakt seletati massi ja energia seose valemi alusel. Selle seose avastas hiljuti surnud saksa füüsik **Albert Einstein**, keda Lenin nimetas «suureks loodusteaduse ümberkujundajaks».

A. Einstein tõestas, et keha mass on tihedasti seotud tema energiaga. Keha energia suurenedes kasvab ka tema mass. Kui näiteks keha kuumendada, siis suureneb selle tulemusel tema energia ja järelikult suureneb ka tema mass. Kuid see kuumendatud keha massi suurenemine ei ole märgatav, sest Einsteini valemi järgi vastab väga suurtele energiahulkadele väga väike mass.

Einsteini valemi seisukohalt on võimalik mõista osa massi näilist kadumist prootonite ja neutronite ühinemisel. Selle ühinemise protsessis eraldub suur hulk energiat. Koos eraldunud energiaga lahkub ka üks osa massist.

Selle juures eralduva energia hulgast annab kujutluse järgmine suhe. Ühe grammi aine massiga on seotud niisugune hulk energiat, millest jät-

kuks kahesaja tuhande kuupmeetrilise järve keema-  
ajamiseks.

Nüüd saab meile arusaadavaks ka see omal ajal füüsikuid hämmastanud fakt, et raadiumitükk eraldab energiat lakkamatult, ilma et ta ise sealjuures märgatavalt muutuks. Mingit energია jäävuse seaduse rikkumist siin aset ei leia. Kõik seletub selle asjaoluga, et raadium sisaldab määratu suurt energiahulka. See energiahulk on niivõrd suur, et kiirgamisel aset leidev energia vähenemine jääb meile täiesti märkamatuks. Meile näib, et energiat eraldub ikka ühepalju, ükskõik kui kaua kiirgus ka kestaks.

Kujutlege endale, et te ammutate ookeanist pange vett. Kahtlemata ei teki vesi pange mitemillestki. Kuid ookeanis on vett nii palju, et me ei suuda kuidagi märgata tema vähenemist, kuigi vee hulk ookeanis muidugi väheneb. Täpselt samuti väheneb ka raadiumi energiatagavara kiirgamisel. On välja arvatud, et 1600 aasta jooksul väheneb raadiumi kiirguse intensiivsus poole võrra. Uraani kiirguse intensiivsus aga väheneb poole võrra alles 4,5 miljardi aasta jooksul.

Kogu energia, mida siia maani on maakeral kasutatud, — puu, kivisöe, nafta põlemisel eralduv energia, tuule ja langeva vee energia — kujutab endast tegelikult mitmel viisil muundunud päikesekiirte-energiat. Ilma päikeseta ei kasvaks puud, vesi oleks pidevalt ühel tasemel ja järelikult ei oleks võimalik kasutada tema energiat.

Kuskohalt aga tuleb Päikese kolossaalne energia? Saadab ju Päike miljoneid aastaid pillavalt oma kiiri universumi ääretutesse avarustesse? Palju sajandeid püüdsid teadlased seda probleemi lahendada, kuid tagajärjetult. Nad arvutasid välja, et kui päike koosneks tervikuna kivisöest ja hapni-

kust, siis jätkuks tema põlemisel eralduvat energiat kõigest 500 aastaks. Nüüd on füüsikud lõpuks kõrvaldanud katte päikeseenergia allika saladuselt. Tuumareaktsioonid — niisugune on seletus. Energiat, mis eraldub vesiniku heeliumiks muutumise tuumareaktsiooni puhul, jätkub Päikesele paljudeks miljardeiks aastateks.

Kõik need füüsikute avastused näitasid, millist hiiglasuurt kasu võiks tuua inimesele aatomituumas sisalduvate võimsate energiavarude kasutamine.

Juba tol ajal, kolmekümnendatel aastatel, rääkisid teadlased aatomienergia praktilise rakendamise võimalusest, kuid pidasid seda kauge tuleviku asjaks. Tegelikult avanes see võimalus tunduvalt varem, kuid teda kasutati alguses mitte inimeste hüvanguks, vaid nende hävitamiseks.

Vahetult enne sõda avastati üks nähtus, mis võimaldas aatomienergiat praktiliselt kasutada. Selgus, et kui uraani tuumadele suunata neutronite vool, siis lõhenevad need tuumad kaheks osaks — teiste elementide tuumadeks. Sealjuures on tulemuseks uued neutronid ja eraldub suur hulk energiat. Uued, «sekundaarsed» neutronid purustavad teisi uraani tuumasid, kusjuures eraldub jällegi energia ja tekivad uued neutronid jne. Tekib, nagu ütlevad keemikud «ahelreaktsioon», s. o. pidev reaktsioon.

Seda nähtust kasutati Ameerika Ühendriikides aatomipommide loomiseks. Aatomipomm koosneb kahest uraanitükist, mis plahvatuse eel kiiresti teineteisega ühendatakse, mille tõttu neis toimubki ahelreaktsioon.

1945. aastal kasutati aatomipomme Jaapani linnade Hirošima ja Nagasaki rahulike elanike vastu. Sellest ajast peale püüdis ameerika militaristlik

kildkond hirmutada kõigi maade rahvaid aatomi-  
pommiga. Uue maailmasõja õhutajad püüdsid  
muuta aatomienergiat mitte inimkonna tööriistaks  
looduse alistamisel, vaid väikese käputäie inimeste  
tööriistaks inimkonna alistamisel.

Ameerika Ühendriikide monopol aatomirelva alal  
kestis väga lühikest aega. Juba 1947. aastal olid  
nõukogude teadlased avastanud aatomipommi toot-  
mise saladuse. 1953. aastal katsetati NSV Liidus  
niinimetatud vesinikupommi, mis on rajatud vesini-  
kutuumade heeliumituumaks ühinemise reakt-  
sioonile.

Kuid Nõukogude Liit, saanud oma käsutusse  
aatomirelva, ei kavatse sellega rahvaid hirmutada.  
Nõukogude Liit võitleb järjekindlalt aatomirelva  
kui inimeste massilise hävitamise relva keelamise  
eest. Selles võitluses ei ole Nõukogude Liit üksinda.  
Tema poolt on kõik ausad inimesed kogu maailmas.  
Võimas rahupoldajate liikumine, sajad miljonid  
allkirjad Stokholmi ja Viini üleskutsele, milles  
nõutakse aatomirelva keelamist, — kõik see on  
tõsiseks takistuseks aatomisõja õhutajatele.

Nõukogude teadlased töötavad aatomienergia  
rahuliku rakendamise probleemide kallal. Sel alal  
on nad saavutanud märkimisväärset edu.

Nõukogude Liidus ehitati esimene aatomiener-  
gial töötav elektriijaam maailmas. 1955. aasta juu-  
lis toimus NSV Liidu Teaduste Akadeemia istung-  
järg, mis oli spetsiaalselt pühendatud aatomiener-  
gia kasutamisele rahuliku ülesehitustöö eesmärki-  
del. Istungjärgul kuulati ära kõige mitmekesise-  
mate teadusalade esindajate — füüsikute, keemi-  
kute, tehnikute, bioloogide, meedikute ja teiste —  
ettekanded. Juba käesoleval ajal tungib aatomi-  
energia kõikjale. Tema kasutamine ei piirdu ainult  
nende aladega, kus on vaja suurt energiahulka,

teda kasutatakse ka paljudel teistel juhtudel. Näiteks võitleb arstiteadus aatomienergia abil niisuguse ohtliku haigusega nagu vähk. Aatomituumade lagunemisel eralduvad kiired purustavad vähirakke, tekitamata kahju tervisele. Põllumajanduses kasutatakse samuti aatomituumade energiat. Radioaktiivsete ainete abil kiiritatud seemned annavad näiteks suurema saagi.

Radioaktiivsete ainete kasutamine võimaldab bioloogidel ja agronomidel jälgida neid protsesse, mis leiavad aset taimedes ja mullas, jälgida, kuidas taimed assimileerivad toitaineid. Nende meetodite abil avastasid õpetlased, et suurt osa viljakuse tõstmisel võib etendada mitte üksnes väetiste viimine mulda, vaid ka taimede pritsimine, tolmutamine ja suitsutamine toitainetega.

Ulatuslikult kasutatakse radioaktiivseid aineid ka tööstuses. Nende abil uuritakse näiteks metallide sulatamise protsesse martäänahjudes, kontrollitakse metallist valmistatud toodete kvaliteeti — tehakse kindlaks, kas neis ei ole varjatud defekte, tühemikke või pragusid. Laevaehitustehastes kontrollitakse  $\gamma$ -kiirte abil laevakere keevituskohtade kvaliteeti.

NLKP XX kongressi direktiivid NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kuuenda viie aasta plaani kohta aastaiks 1956—1960 annavad uue laialdase programmi aatomienergia rakendamiseks rahuliku ülesehitustöö eesmärkidel. Uue viisaastaku jooksul ehitatakse aatomielektriijaamu üldvõimsusega 2—2,5 miljonit kilovatti. Aatomienergiat kasutatakse ka transpordi alal. Arktika igijään hakkab purustama võimsa aatomimootoriga jäälohkuja. Radioaktiivsuse nähtused leiavad kõige ulatuslikuma rakenduse tööstuses, põllumajanduses ja arstiteaduses.

Kuid kõik see on ainult algus. Tulevikus õpib inimkond kasutama aatomienergiat niisama laialdaselt, nagu ta on õppinud kasutama auru- ja elektrienergiat. Siis me muudame lume- ja liivakõrbed õitsevateks aedadeks, ehitame aparaadid planeetidevahelisteks reisudeks. Inimkond astub uue hiiglasliku sammu edasi loodusjõudude vallutamisel. Ja seda sammu, nagu nägime, hakati ette valmistama juba siis, kui inimesed esitasid enesele esimest korda küsimuse, mis on materia ja milline on tema ehitus.

---



## SISUKORD

1. Kuidas vana-aja mõttetargad püüdsid leida kõigi asjade alust . . . . .	4
2. Mida arvasid materiasst ja tema ehitusest XVII—XVIII sajandi filosoofid-materialistid . . . . .	12
3. Mida õppisid XVII—XIX sajandi füüsikud ja keemikud tundma materia ehitusest . . . . .	18
4. Dialektilise materialismi õpetus materiasst . . . . .	33
5. Kuidas füüsikute avastused XIX—XX sajandi vahetusel kinnitasid dialektilis-materialistlikku materia käsitust . . . . .	45
6. Mida räägib tänapäeva füüsika materia ehitusest . . . . .	57

Уёмов Авенир Иванович

ЧТО ТАКОЕ МАТЕРИЯ И КАКОВО ЕЁ СТРОЕНИЕ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство

Таллин, Пярну маантеэ 10

\*

Toimetaja J. Seilenthal

Tehniline toimetaja A. Ruutsoo

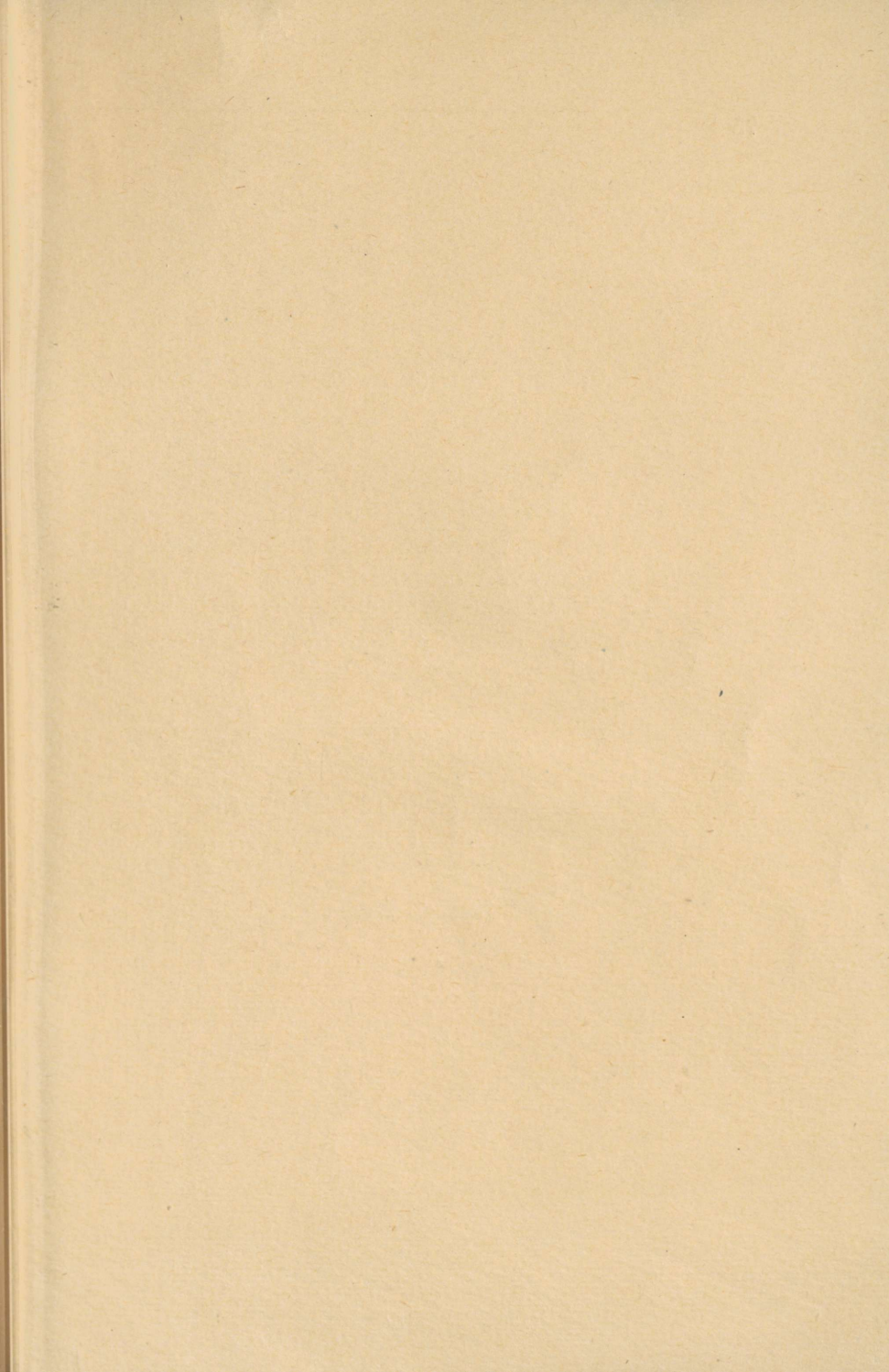
Korrektorid E. Kask ja L. Golberg

Ladumisele antud 17. XII 1956. Trükkimisele antud 18. II 1957. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 4,75. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 3,89. Arvutuspoognaid 3,13. Trükiarv 2000. Tellimise nr. 2347.

Trükikoda «Bolševik», Viljandi, V. Kingissepa tn. 31/26.

Hind 75 kop.

1—7



75 kop.

A-21413

11

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00337089 9