

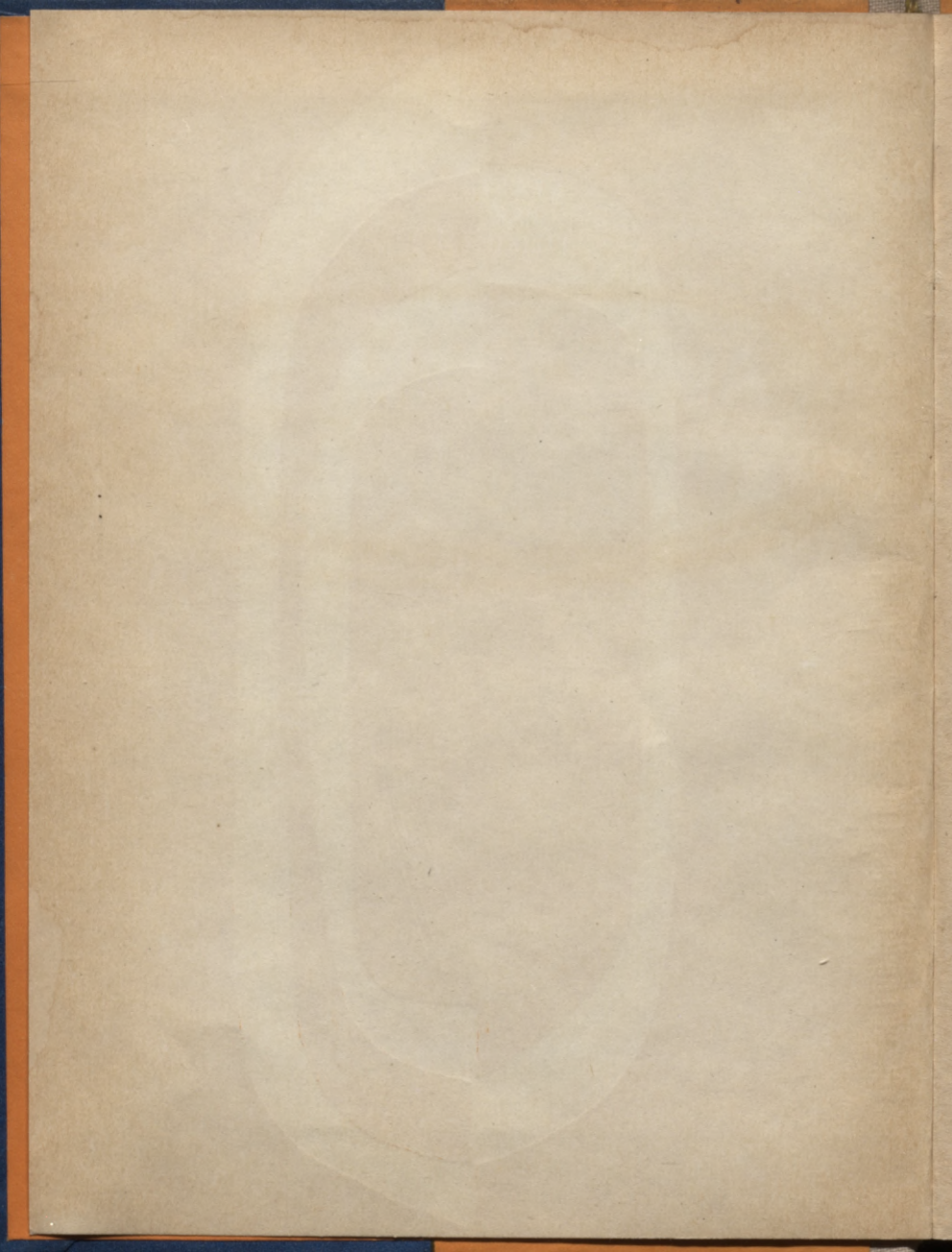
69-21

165

STASTO
PAR
FIZIKIEM







STĀSTI
PAR
FIZIĶIEM

A large, stylized orange oval graphic with a double-line border, framing the text.

**G. MAKEJEVA
P. MEDVEDJEVS**

IZDEVNIECĪBA „ZVAIGZNE”

L 69-2
L 165

L
53



**STĀSTI
PAR
FIZIKIEM**

RĪGĀ, 1969

E3(09)
Ma 316

Vija Lāča Latv. PSR
Valsts bibliotēka

69- 63.750
030800.4893

No autoriem

Sī grāmata ir nelielu stāstu krājums par dažiem visizcilākajiem zinātniekiem fiziķiem.

Grāmatas autori, aplūkojot mūsdienu fizikas pamatlicēju biogrāfijas, centušies parādīt mūsu laika fizikas svarīgāko virzienu izveidošanos, radīt priekšstatu par fizikas atklājumu vēsturisko nosacītību, iepazīstināt ar dialektiski materiālistiskā pasaules uzskata cīņu un uzvaru fizikas zinātnē, raksturot zinātniekus fiziķus kā sava laika progresīvus cilvēkus, kuru bezgalīgā uzticība zinātnei var būt par paraugu jaunatnei.

Autoru uzdevums nav bijis secīgi aplūkot fizikas vēsturi. Taču pilnīgi saprotams, ka stāstu sakārtojums hronoloģiskā kārtībā zināmā mērā atbilst fizikas atklājumu secībai. Protams, neliela apjoma grāmatā nav iespējams pastāstīt par visiem mūsdienu fizikas radītājiem. Tādēļ autori krājumā ievietojuši stāstus tikai par nedaudziem zinātniekiem. To,

par kuriem fiziķiem pastāstīt, noteicis arī tas apstākļis, cik plaši grāmatas autori iepazīnuši viena vai otra zinātnieka darbus. Turklāt autori gribējuši izcelt krievu zinātnieku nozīmi fizikas attīstībā. Tādēļ samērā daudz stāstu veltīti viņiem.

Autori domā, ka grāmata kā fizikas kursa papildinājums būs noderīga vidusskolu skolēniem un skolotājiem. Tā var būt arī mācību palīglīdzeklis augstskolu un tehnikumu pirmo kursu studentiem, kā arī visiem tiem, kas vēlas iegūt plašākas zināšanas fizikas vēsturē.

*P. Medvedjevs
G. Makejeva*

PIRMAIS KRIEVU AKADĒMIĶIS

Mihails Lomonosovs
(1711—1765)



Mihaila Lomonosova dzīve un darbība atstājusi neizdzēšamas pēdas mūsu zemes zinātnes, tehnikas un kultūras attīstībā. Raksturodams viņa zinātniskā mantojuma nozīmi, akadēmiķis Sergejs Vavilovs rakstīja: «Ja uzmanīgi ielūkojamies pagātnē, tad kļūst skaidrs, ka daudzus mūsu zinātnes sasniegumu pamatakmeņus licis tieši Lomonosovs. Lūk, kādēļ Lomonosovs ir mūsu kultūras zvaigzne, dzīvs krievu zinātnes slavas pilnās pagātnes iemiesojums.»

Kā tēlaini izteicies Puškins, Lomonosovs bija «mūsu pirmā universitāte». Viņš ir bijis vispusīgs zinātnieks un devis savu ieguldījumu filozofijā, fizikā, ķīmijā, ķīmiskajā tehnoloģijā, aparātu būvē, kalnrūpniecības tehnikā, stikla un keramikas rūpniecībā, astronomijā, ģeoloģijā un mineraloģijā, vēsturē un ekonomikā, filoloģijā un poēzijā.

Mihails Lomonosovs dzimis 1711. gada 19. novembrī Mišapīnskās ciemā, Baltās jūras krastā. Viņa tēvs bija jūrmalietis, kam piederēja daži nelieli kuģi. No desmit gadu vecuma Mihails palīdzēja tēvam zivju zvejā un bieži devās jūrā. Zinātkārais zēns agri iemācījās lasīt un, būdams apmēram 14 gadus vecs, patstāvīgi izstudēja viņa rīcībā esošās mācību grāmatas — Magnicka «Aritmētiku» un Smotricka «Slāvu gramatiku». Pats Lomonosovs par šo laiku atcerējies: «Bieži vien man vajadzēja lasīt un mācīties, cik nu vispār bija ko lasīt un no kā mācīties, vientuļās, visu pamestās vietās, ciešot aukstumu un badu, jo mans tēvs, kaut arī pēc būtības labs cilvēks, bija pavisam neizglītots un man bija ļauna, nenovīdīga pamāte, kas visiem spēkiem centās tēvā izraisīt dusmas pret mani, uzskatīdama, ka es vienmēr veltīgu sēžu pie grāmatām.»

Lomonosovs gribēja mācīties tālāk. Viņš nolēma iestāties Holmogorskās slāvu-latīņu skolā, bet zemnieka dēlu tur nepieņēma. Tādēļ 19 gadu vecumā Lomonosovs kopā ar zivju vedējiem dodas uz Maskavu un, uzdevies par muižnieka dēlu, iestājas Zaikonospaskas slāvu-grieķu-latīņu akadēmijā.

1734. gadā, lai pabeigtu mācības, Lomonosovs dodas uz Kijevas garīgo akadēmiju, un tur mācās apmēram gadu. Par šiem mācību gadiem Lomonosovs vēlāk atceras: «... ja mana dienas alga bija trīs kapeikas, tad vienu kapeiku drikstēju iztērēt maizei, vienu — kvasam, bet par atlikušo naudu vajadzēja pirkt papīru, apavus un vēl citas lietas. Tā es dzīvoju veselus piecus gadus, tomēr no zinātnes neatteicos.»

1736. gadā Lomonosovs sāk mācīties universitātē, kas nodibināta pie Pēterburgas Zinātņu akadēmijas. Tajā pašā gadā viņu komandē mācīties uz Vāciju. Ārzemēs Lomonosovs nodzīvoja piecus gadus. Viņš mācījās fiziku pie pazīstamā zinātnieka Kristiana Volfa, kura sarakstīto mācību

grāmatu vēlāk pārtulkoja krievu valodā. Tā bija pirmā fizikas mācību grāmata krievu valodā. Lomonosovs studēja matemātiku un ķīmiju Marburgā, bet pēc tam pārcēlās uz Freibergas pilsētu pie pazīstamā metalurģijas un kalnrūpniecības speciālista Henkeļa. 1741. gadā viņš atgriezās Krievijā.

Pēc pusgada Lomonosovu nozīmē par fizikas klases adjunktū. Viņš saraksta grāmatu par metalurģiju, raksta dažādus zinātniskus darbus (disertācijas), kļūst pazīstams kā dzejnieks.

Akadēmijā tajā laikā vadošos posteņus ieņēma vācieši. Īstenībā to vadīja akadēmiskās kancelejas padomnieks Šūmahers, kas nicināja visu krievisko. Viņu atbalstīja lišķi, tādi kā akadēmijas adjunkts Teplovs. Lomonosovs veda nesamierināmu cīņu ar šiem cilvēkiem, kas centās noniecināt krievu zinātņi un kultūru. Dažkārt šai cīņai bija diezgan ass raksturs. Tā kādreiz par strīdiem ar Šūmaheru un tā iztapoņām Lomonosovu sodīja ar mājas arestu uz septiņiem mēnešiem, Lai Lomonosovu galīgi nomelnotu, viņa darbus nosūtīja Euleram, kas toreiz dzīvoja Krievijā, lai viņš dotu savu atsauksmi. Šūmahers un viņa piekritēji domāja, ka Eilers par Lomonosova darbiem izteiksies negatīvi. Tādā gadījumā viņu varētu no Akadēmijas padzīt. Taču Eilers izcilā krievu zinātnieka darbus novērtēja ļoti augsti.

1745. gada 25. jūlijā Lomonosovu iecēla par ķīmijas profesoru un pilntiesīgu akadēmijas locekli. Mihails Lomonosovs veica milzīgu darbu, lai izveidotu Krievijā pirmo ķīmijas laboratoriju, ko atklāja 1748. gadā. Sai laboratorijā zinātnieks izdarīja daudzus ķīmijas eksperimentus. Tajā laikā viņš pārtulkoja krievu valodā «Volfa eksperimentālo fiziku», radīja virkņi daiļdarbu.

Lomonosovs izstrādāja paņēmienu, kā izveidot krāsaino stikla mozaīku un radīja veselu virkņi mozaīkas gleznu.

Daļa šo darbu saglabājušies līdz mūsu dienām. Par mozaīkas veidošanas paņēmiena atklāšanu Lomonosovs tika ievēlēts par Boloņas Zinātņu akadēmijas locekli, ieguva muižnieka titulu un muižu, kas atradās 64 verstu attālumā no Pēterburgas. Tur viņš izveidoja krāsaino gleznu fabriku. 1755. gadā pēc Lomonosova ierosinājuma un projektiem tika nodibināta Maskavas universitāte, viens no galvenajiem krievu zinātnes un izglītības centriem.

1756. gadā Lomonosovs Pēterburgā uzcēla sev māju. Šeit speciāli iekārtotā laboratorijā viņš konstruēja dažādas ierīces un veica zinātniskus pētījumus.

1756. gada 13. maijā akadēmijas locekļu sēdē Lomonosovs demonstrēja vienu no saviem interesantajiem jaunizgudrojumiem — tālskati. Ap šo laiku tālskatis, kas paredzēts spilgtu priekšmetu novērošanai, bija jau pazīstams. Lomonosovs izvirzīja sev mērķi izgudrot tālskati, kas sakoncentrē gaismas starus, lai krēslā skaidri varētu redzēt «tos priekšmetus, kas ar neapbruņotu aci nav saskatāmi». Tādēļ savu tālskati viņš nosauca par «naktsskatāmo» tālskati.

Izgudrojumu asi kritizēja akadēmiķis Epinuss, kurš Lomonosova idejas neizprata. Lomonosovs lūdza nosūtīt viņa ziņojumu un tālskati Eileram, lai tas varētu dot savu slēdzienu, taču vairākums zinātnieku tam nepiekrita, un ideja par «naktsskatāmo» tālskati tika apbedīta Zinātņu akadēmijas arhīvos. Pēc trim gadiem ķeizarienes kabinetam no Anglijas sagādāja analogisku «naktsskatāmo» tālskati. Lomonosovs smagi pārdzīvoja neveiksmi un ar sarūgtinājumu rakstīja: «Sis apvainojums sakarā ar manu darbu man divkārt sāpīgs tādēļ, ka tie, kas uzskatīja šo lietu par neiespējamu, vēl tagad asi strīdas, it kā nekā neredzētu, nedzirdētu.»

Lomonosova ideja tika iedzīvināta tikai pēc 185 gadiem — Lielā Tēvijas kara dienās. Mūsu armijas rīcībā bija «naktsskatāmie» binokļi ar stipru palielinājumu.

1757. gadā Lomonosovs tika iecelts par Zinātņu akadēmijas ģeogrāfijas departamenta vadītāju un akadēmijas ģimnāzijas un universitātes pārzini. Ģeogrāfijai — jaunai zinātņu nozarei Lomonosovs nodevās ar sajūsmu. Viņš organizēja ģeogrāfijas karšu labošanu, uzrakstīja veselu virkni darbu un izvirzīja idejū par Lielo Ziemeļu jūras ceļu uz Austrumārijiju. 1761. gadā Lomonosovs novēroja Venēras pārvietošanos pa Saules disku un atklāja, ka ap Venēru ir atmosfēra. Milzīgu darbu Lomonosovs veica, reorganizējot Zinātņu akadēmijas universitāti un ģimnāziju.

1765. gada ziemā Lomonosovs sasaldējās un 15. aprīlī 54 gadu vecumā nomira. Viņš apglabāts Aleksandra Ņevska klosterā kapsētā.

Mihaila Lomonosova darbība bija saistīta ar Zinātņu akadēmiju. Lai gan ārzemnieki, kas akadēmijā ieņēma vadošos amatus, darbojās pret zinātnieku, viņš tomēr tur izvērsa intensīvu zinātnisku darbu. Interesu plašuma ziņā un pēc tā, cik pamatīgi viņš iedziļinājies pasaules noslēpumu valstībā, Lomonosovam pieder viena no visizcilākajām vietām cilvēces kultūras vēsturē. Viņu var salīdzināt ar tādiem pasaules kultūras gigantiem kā Leonardo da Vinči un Gēti. Nebija gandrīz nevienas tādas tā laika zinātnes, tehnikas vai kultūras nozares, kuru Lomonosovs nepazītu un kuras attīstībā nebūtu devis savu ieguldījumu. A. Puškins par ģeniālo krievu zinātnieku teicis, ka viņš, apvienojot sevī neparastu gribasspēku un neparastas prāta spējas, aptvēris visas kultūras un zinātnes nozares.

Lomonosovs labi pārvaldīja izziņas zinātnisko metodi. Viņš mācīja, ka vispirms vajag novērot, tad uz novērojumu pamata radīt teoriju un pēc tam to pārbaudīt praksē. Saskaņā ar šo metodi viņš, meklējot parādību cēloņus, vienmēr balstījās uz pieredzi. Raksturīgas līnijas Lomonosova darbībā bija zinātnisko problēmu risinājuma plašums un

praktiskā vērtība, kā arī drosme un oriģinalitāte šo problēmu risināšanā.

Katru parādību Lomonosovs centās izskaidrot matemātiski. Viņš domāja, ka dabā nav nekā tāda, ko nevarētu izziņāt, izprast. Viņš uzskatīja, ka Saule un planētas nav dieva radītas, bet izveidojušās saskaņā ar dabas likumiem.

Lomonosovs darbojās visdažādākajās zinātnes nozarēs, taču vislielākos panākumus viņš guva fizikas un ķīmijas laukā.

Viņš formulēja pašu vispārīgāko dabas zinātņu likumu — matērijas un kustības nezūdamības likumu. Jau pirms Lomonosova kustības nezūdamības likumu bija izvirzījuši Dekarts un Leibnics, kuri uzskatīja, ka visās parādībās, kas novērojamas dabā, nemainīgs paliek tikai mehāniskās kustības daudzums. 1748. gadā Lomonosovs savu likumu formulēja šādi: «Visas pārmaiņas dabā ir tāda veida, ka, cik no viena tiek atņemts, tik otram tiek; ja kur zūd nedaudz vielas, tad tās daudzums palielinās citā vietā. Šis vispārējais dabas likums aptver arī kustību, jo ķermenis, kas ar savu spēku sakustina otru ķermeni, zaudē tik daudz spēka, cik atdod otram — kustības saņēmējam.»

Jāatzīmē, ka Lomonosovs ar kustību saprata ne tikai mehānisku pārvietošanos, bet arī siltuma kustību; būtībā viņš izteica domu par viena veida kustības pāreju cita veida kustībā.

Lomonosovs savu likumu ne tikai formulēja, bet to arī pielietoja. Tā, pamatojoties uz šo likumu, viņš izskaidroja enerģijas pārejas procesu siltumapmaiņas gadījumā, kā arī citus enerģijas pārejas gadījumus.

Līdz ar fizikas un tehnikas tālāku attīstību enerģijas nezūdamības likuma formulējums kļuva arvien precīzāks. Lai uzlabotu siltuma mašīnas un palielinātu to lietderības koeficientu, bija nepieciešams pamatīgāk izpētīt siltuma procesus. Pētījumu gaitā galīgi noskaidrojās, ka siltums ir

enerģijas veids, un uz šo pētījumu pamata vēlāk Maijers, Džouls, Helmhols un Lencs noteica siltuma mehānisko ekvivalentu. Tādā veidā Lomonosovs bija šo zinātnieku tiešs priekštecis.

Sevišķi vērtīgu ieguldījumu Lomonosovs devis vielas uzbūves teorijas attīstībā. Daudzveidīgie Lomonosova darbi dabaszinātnēs pakāpeniski atklāj viņa uzskatus par pasauli kā atomu kopumu. Lomonosova atomistiskā teorija ir tas mezgla punkts, ap kuru saistās visi viņa darbi.

Lomonosovs mums nav atstājis darbu, kurā sīki un pilnīgi būtu izklāstīta viņa atomistiskā teorija, bet visu mūžu viņš tiecies tādu uzrakstīt. Par to liecina 1748. gada 5. jūnijā uzrakstītā vēstule Eileram, kurā Lomonosovs raksta, ka viņa korpuskulārās filozofijas publicēšana var noskaņot pret viņu «lielos vīrus». Par to liecina arī viņa darbs «Par nemanāmām fizikālām daļiņām, kas veido dabas ķermeņus».

Jā apkopotu visus Lomonosova «atomistiskos» izteikumus, mēs iegūtu šādu ainu. Pasaulē eksistē matērija. No tās veidoti visi ķermeņi. Ja uz matēriju iedarbojas (fiziski vai ķīmiski), to var sadalīt ļoti sīkās «nejūtāmās» daļiņās, kas tālāk nav dalāmas. Šīs daļiņas Lomonosovs nosauc par atomiem jeb, pēc Leibnica, par monādēm. Visiem atomiem ir sfēriska forma, un tie cits no cita atšķiras pēc lieluma.

Cietie ķermeņi, šķidrums un gāzes sastāv no atomiem un molekulām, kam ir svārs. Šais ķermeņos atomi parasti nesaskaras, starp tiem ir atstarpes. Vienkāršas vielas sastāv no pilnīgi vienādiem un vienmērīgi izvietotiem atomiem. Saliktas vielas veido dažāda lieluma un dažādi izvietoti atomi.

Atomi nav iznīcināmi un pastāv mūžīgi. Tiem ir masa, un tie kustas. Lomonosovs ar atomu sadursmēm, savienošanos un atdalīšanos izskaidro visas molekulārās parādības un ķermeņu īpašības. Turklāt par molekulārām parādībām

zinātnieks uzskata siltumu, aukstumu, kohēziju, īpatnējo svaru, krāsu, smaržu, elastību, magnētismu, elektrību, tas ir, visas ķermeņu fizikālās īpašības. Pat kairinājuma pārraidi smadzenēs viņš tāpat izskaidro ar atomu kustību.

Lomonosova mācība par siltumu izriet no viņa atomistiskās teorijas. Doma par to, ka siltums ir kustības forma, tika izteikta jau pirms ģeniālā krievu zinātnieka, bet šiem izteikumiem trūka konsekvences, tiem bija gadījuma raksturs un no fizikas viedokļa tie nebija pietiekami pamatoti.

Lomonosova mācība par siltumu izklāstīta viņa slavenajā darbā «Pārdomas par siltumu un aukstumu», kas uzrakstīts 1744. gadā. Bez tam par siltuma jautājumiem viņš izteicies «Volfa fizikas» otrā izdevuma piezīmēs, darbā «Kāds vārds par gaismas izcelšanos» un citos darbos. Lai pilnīgi varētu novērtēt to, kāda nozīme ir Lomonosova mācībai par siltumu, aplūkosim, kā šo jautājumu izklāstījis Lomonosova laikabiedrs, kāds nezināms Hanoveras zinātnieks. Šis izklāstījums tulkots krievu valodā un publicēts «Sacerējumos un ūlkojumos kalpotāju vajadzībām un uzturēšanai» 1758. gadā.

Hanoveras zinātnieks atzīst, ka siltumu rada īpaša viela — siltumradis un ka tas atšķiras no uguns. Par galveno siltuma avotu viņš uzskata Sauli, tomēr atzīst, ka siltumradis rada dzīvas būtnes, uguns zemes dziļumos, oksidēšanās un ka «tas var rasties gaisā bez tiešas Saules iedarbības». Pēdējo atzinumu Hanoveras zinātnieks pamato ar to, ka bieži vien naktī aukstumu nomaina siltums.

Noslēgumā raksta autors atzīst, ka viņam «jāapklust un jāatzīstas nezināšanā».

Pretstatā šiem juceklīgajiem spriedelējumiem Lomonosovs attīsta vienotu siltuma teoriju, kas izskaidro visus tā laika zinātnē pazīstamos faktus.

Sava darba pirmajā tēzē Lomonosovs formulē pamat-

atziņu: siltums, ar kuru jāsaprot arī tā visaugstākā pakāpe — uguns, rodas kustības rezultātā. Kaut kādas matērijas kustība ir pietiekama, lai pamatotu siltuma izdalīšanos. Tādā veidā, atmetot siltumradi, viņš atsakās arī no tā saucamā flogistona un apgalvo, ka siltuma pamatā ir vieniģi matērijas kustība.

Pie šiem atzinumiem Lomonosovs nonācis ne vien pamatojoties uz savu atomu un molekulu teoriju, bet arī analizējot faktiskos zinātnes datus, par kuriem viņš raksta gan darbā «Pārdomas par siltumu un aukstumu», gan arī darbā «Kāds vārds par gaismas izcelšanos». Tā, piemēram, viņš stāsta par to, ka, berzējot naglu gar metāla stieni, sasilst gan nagla, gan stienis. Taču nagla sasilst ātrāk, jo, berzējot naglu gar stieni, kustībā atrodas lielāks skaits daļiņu, tātad katra no tām saņem mazāku kustības daudzumu. Tāpat dzelzs sasilst, ja to kaļ vai liec, tādēļ, ka tās daļiņas nonāk kustībā.

Daudz uzmanības Lomonosovs veltīja siltumraža teorijas atspēkošanai. Siltumradis tika uzskatīts par galveno siltuma elementu. Lomonosovs kritiski analizēja visus argumentus, uz kuru pamata fizikā tika ieviests siltumradis. Argumenti bija šādi: ķermeņa svāra palielināšanās sasilstot, kas notiek it kā tādēļ, ka ķermenī, kurš sasilst, ieplūst siltumradis, ķermeņa svāra palielināšanās sadegot, kas notiek it kā tā paša iemesla dēļ; augstas temperatūras rašanās sakopojoša spoguļa fokusā un temperatūras pazemināšanās sniega un sāls maisījumā. Soli pa soli Lomonosovs atspēko visus šos apgalvojumus.

Atsaucoties uz tajā laikā pazīstamajiem eksperimentiem aizdedzināt pulveri jūras dibenā, zinātnieks ironiski jautā: «No kurienes un kādas brīnumainas īpatnības dēļ vienā mirklī savācas vienkopus šī ugunīgā matērija? Ja tā no kaut kurienes atlido, kādēļ tad neaizdedzina ūdeni, ejot tam cauri?»

Lomonosovs asprātīgi aizrāda, ka degoša ķermeņa svāra palielināšanos nevar izskaidrot ar siltumraža ieplūšanu šajā ķermenī, jo, sakarsētām ķermenim atdziestot, siltumradim no tā būtu jāaizplūst, taču svāra samazināšanās atdziestot nav novērojama.

Ar sāli samaisīta sniega kušanu vieliskās siltuma teorijas piekritēji izskaidro šādi: siltumradis izplūst no ūdens (ūdens tādēļ sasilst) un ieplūst sniegā, kas no tā sasilst un kūst. Lomonosovs iesaka sniega un sāls maisījumā ielikt termometru, ar to būs iespējams pārlicināties, ka sniegs kušanas momentā kļūst aukstāks. Šī parādība atspēko apgalvojumu, ka siltumradis ieplūst sniegā.

Siltumraža teorijas atspēkošanai Lomonosovs izmanto arī to faktu, ka siltumu izdala dzīvnieki: «No dzīvniekiem nepārtraukti izdalās siltums, un tas sasilda tuvumā esošos ķermeņus. Daudzi dzīvnieki nekad nelieto siltu barību. Siltumu radošās matērijas piekritēji un aizstāvji, paskaidrojiet, kādēļ šo matēriju nevar sajūst, kad tā ieplūst dzīvniekos, bet tā ir sajūtama, kad izplūst! Vai ieplūstot tā mēdz būt auksta? Tas nozīmē, ka siltums ir auksts, tieši tāpat kā gaisma tumša, sausums mitrs, cietums miksts, apļums četrstūrainš».

Sevišķi ievērojams tā laika zinātnē ir Lomonosova atziņums, ka dabā pastāv ķermeņu atdzišanas robeža, t. i., ja lietojam mūsdienu zinātnisko terminoloģiju, absolūtās nulles temperatūra. Zinātnieks to argumentē sava darba «Pārdomas par siltumu un aukstumu» 26. paragrāfā: «... mēs nevaram iedomāties, ka kaut kāds kustības ātrums ir tik liels, lai nevarētu domās to vēl palielināt. Patiesībā to pašu var attiecināt arī uz siltuma kustību, un tādēļ visaugstākā iespējamā siltuma pakāpe nav iespējamās kustības galējā robeža. No otras puses, kustība var tik tālu samazināties, ka beidzot ķermenis atrodas miera stāvoklī un kaut kādas tālākas izmaiņas tā kustībā vairs nevar notikt. Tādā veidā

vislielākā un pēdējā aukstuma pakāpe ir absolūta rotācijas kustības izbeigšanās.» (Lomonosovs uzskatīja, ka siltumu rada molekulu rotācijas kustība. — G. M., P. M.).

Lomonosovs nevar atzīt par absolūto aukstumu pašu lielāko aukstumu uz Zemes, tādēļ ka šai aukstumā atmosfēra tomēr ir gāzveida stāvoklī, bet pie absolūtās nulles visiem ķermeņiem jābūt cietiem. Šā iemesla dēļ uz Zemes visiem ķermeņiem ir siltums, «kaut arī pēc sajūtas tie liekas esam auksti».

Lomonosovu ar pilnām tiesībām uzskata par mūsdienu molekulāri kinētiskās teorijas pamatlicēju. Saprotams, ka izmainījušies teorijas eksperimentālie pamati un pierādījumu metodes, taču teorijas principiālais pamatojums un tās būtība, ko atklājis Lomonosovs, paliek tādi paši, kādi tie bija pirms divsimt gadiem.

Darbu «Pārdomas par siltumu un aukstumu» Zinātņu akadēmijā uzņēma ar neuzticību. Akadēmija savā lēmumā paziņoja, ka uzskata par nepietiekamiem pierādījumus, kas pamato daļiņu iekšējo kustību, izteica Lomonosovam rājienu par dažu angļu fiziķu Boila eksperimentu atspēkošanu un ieteica disertāciju pārstrādāt. Disertācija bija ievietota Zinātņu akadēmijas rakstos un izraisīja veselu virkni iebildumu. Tā šo darbu, kas zinātnes attīstību apsteidza vismaz par simts gadiem, līdz galam neizprata un neatzina daudzi zinātnieka laikabiedri.

Līdz 18. gadsimta 60. gadu beigām Rietumeiropā nepārādijās neviens kaut cik nopietns darbs, kurā būtu kritizēts siltumradis. Lomonosova laikabiedrs un draugs akadēmiķis Eilers lielā krievu zinātnieka darbus novērtēja šādi: «Katrs zina, ka līdzšinējie traktāti par siltuma cēloņiem šo jautājumu izskaidro nepilnīgi, un tie, kas nodarbojas ar siltuma cēloņu pētīšanu, pelna vislielāko uzslavu. Jums pienākas pateicība par to, ka esat izkliedējis tumsu, kas līdz šim bija šai jautājumā.»

Vija LEĶA Latv. PSR
Valsts bibliotēka

69-63.750

Ievērojama vieta Lomonosova darbos par fiziku ierādīta gaisa elastības pētījumiem. Lomonosovs uzskatīja, ka šai virzienā viņa pētījumu galvenais uzdevums ir noskaidrot gaisa elastības cēloņus. Kā daudzas citas fizikālas parādības, tā arī gaisa elastību Lomonosova laikā skaidroja šādi: starp gaisa daļiņām atrodas īpašs elastīgs šķidrums, kuram nav svara. Pēc siltumraža un flogistona atsacījies arī no šī elastīgā šķidruma, Lomonosovs pavisam pareizi gaisa elastību izskaidro ar gaisa molekulu kustīgumu. Viņš rakstīja: «Patiešām, mēs domājam, ka ir lieki, meklējot gaisa elastības cēloņus, ņemt palīgā to savdabīgo klejojošo šķidrumu, ar kuru ļoti daudzi zinātnieki (pēc sava — sīkām matērijām pārpilnā laikmeta ierašas) centās izskaidrot dabas parādības. Mēs apmierināties ar paša gaisa sīkajām daļiņām un kustīgumu un meklējam elastības cēloni pašā gaisa matērijā.»

Lomonosova laikā par gaisa elastību pastāvēja arī kāda cita hipotēze. Pēc tās elastība tika piedēvēta katrai atsevišķai gaisa molekulai. Lomonosovs uzstājās arī pret šo hipotēzi. «Tā kā šis spēks», rakstīja zinātnieks, «citos līdzīgos apstākļos atkarībā no gaisa matērijas daudzuma gan palielinās, gan samazinās, tad nav šaubu, ka tas rodas no kaut kādas tiešas atomu mijiedarbības.»

Tātad Lomonosovs uzskatīja, ka gaisa elastība ir tiešas atomu saskares rezultāts. Tā kā gaisu var saspīest līdz $\frac{1}{30}$ daļai no tā tilpuma (tai laikā augstākā gaisa saspiešanas pakāpe), tad iespējams, ka starp gaisa atomiem ir tukša telpa. Tādēļ zinātnieks nonāca pie secinājuma, ka visi gaisa atomi nesaskaras reizē un ka to saskaršanās ir ļoti īslaicīga.

Tādējādi Lomonosova uzskati par gāzes daļiņu kustības raksturu gandrīz nemaz neatšķiras no tiem, kādi izklāstīti jebkurā mūsdienu fizikas mācību grāmatā.

* * *

Pagājuši divi gadsimti no tā laika, kad dzīvoja un strādāja Mihails Lomonosovs. Šie gadi apstiprinājuši viņa ģēnija lielumu un pierādījuši, cik auglīgs bijis zinātnieka darbs daudzās zinātņu nozarēs. Ar dziļu cieņu mēs atceramies Arhangeļskas zvejnieka dēla gaišo tēlu, izcilo zinātnieku — pirmo krievu akadēmiķi.



**MŪSU DZIMTENES
ELEKTROTEHNIKAS
PAMATLICĒJS**

Vasilijs Petrovs
(1761—1834)

1803. gada janvāra sākumā no Maskavas uz Sankt-Pēterburgu virzījās pajūgu rinda, ko veidoja divi desmiti ragavu. Ragavās atradās lielas, rūpīgi aiznaglotas koka kastēs. Vedēji nevarēja ne iedomāties, ko viņi ved. To zināja tikai 42 gadus vecais cilvēks, kurš vedējus bija salīdzis. Katrā pieturas vietā viņš apstaigāja visus pajūgus un uzmanīgi apskatīja kastes. Sankt-Pēterburgas Medicīnas un ķirurģijas akadēmijas profesors Vasilijs Petrovs bija rūpīgs saimnieks. Krava, kas bija sasaiņota kastēs, taču sastāvēja no dažādiem fizikas aparātiem, ko savās mājās bija savācis Maskavas bagātnieks grāfs D. Buturlins. Grāfs šīs ierīces rādīja saviem augstākās sabiedrības viesiem, pārsteidza un uzjautrināja tos ar dažādiem fizikas eksperi-

mentiem. Pēc grāfa nāves viņa radnieki izsludināja piederumu izpārdošanu. Par to uzzināja Petrovs. Ar grūtībām viņš no akadēmijas skopās priekšniecības dabūja 28 tūkstošus rubļu, kas tajā laikā bija liela summa, un 1802. gada vasarā aizbrauca uz Maskavu. Tur viņš nopirka Buturlina kabinetu un «ar vislielāko rūpību un māku» pats iesaiņoja visus piederumus kastēs. Taču Petrovs neriskēja pārvest šo kravu ratos, jo viņš baidījās, ka, braucot pa nelīdzenu un staigņu ceļu, trauslie piederumi var saplīst. Pārvešanu atlika uz ziemu, kad Petrovs ar pasta zirgiem atbrauca pēc tiem uz Maskavu otrreiz.

Tā ievērojamais zinātnieks fiziķis profesors Vasilijš Petrovs izveidoja akadēmijas fizikas kabinetu. Viņš strādāja Medicīnas un ķirurģijas akadēmijā no tās dibināšanas dienas un, aizejot no turienes, atstāja lielisku laboratoriju, kurā bija 631 piederums.

Vasilijš Petrovs dzimis 1761. gadā Obojaņi pilsētā (tagad Kurskas apgabalā) garīdznieka ģimenē. Sākumā viņš mācījās Harkovas kolēģijā, pēc tam — Pēterburgas skolo-tāju seminārā. 1788. gadā Petrovs dodas strādāt par skolo-tāju uz tālo Altaju. Tur, Kolivanas Voskresenskas skolā, viņš māca fiziku, matemātiku, krievu valodu un latīņu va-lodu. Pēc četriem darba gadiem viņu pārceļ uz Pēterburgu par fizikas pasniedzēju Galvenajā medicīnas skolā. 1795. gadā šo skolu pārorganizē par Medicīnas un ķirurģijas akadēmiju. Petrovs bija tik pazīstams ar savu pasniedzēja darbu, ka viņu iecēla par fizikas katedras vadītāju un profesoru, kaut gan viņš nebija ieguvis augstāko izglītību un nebija arī aizstāvējis maģistra un doktora disertācijas, kā to prasīja tā laika noteikumi. Taču alga te bija tik niecīga, ka Petrovam nācās pasniegt matemātiku un fiziku arī Māk-slas akadēmijā un kadetu korpusā.

19. gadsimta sākumā Petrova slava aug. 1808. gadā bija nolemts Medicīnas un ķirurģijas akadēmijā nodibināt

četrus akadēmiķa nosaukumus. Viens no četriem ievēlētājiem akadēmiķiem bija Vasilījs Petrovs. 1810. gadā Petrovs kļuvis pazīstams arī aiz Krievijas robežām — viņu ievēl par Erlangena fizikas un matemātikas biedrības (Vācijā) goda locekli.

Slava Petrovu neapreibināja. Visu savu dzīvi viņš — divu akadēmiju loceklis — nodzīvoja ļoti vienkārši. Ceturdesmit vienu gadu Petrovs nostrādāja vienā darba vietā. Šai laikā viņš izdarīja milzum daudz fizikas mēģinājumu, uzrakstīja trīs grāmatas un fizikas mācību grāmatu, kuru visas Krievijas ģimnāzijas izmantoja veselu gadsimta ceturksni. Kaut gan zinātniskos darbus tajā laikā bija pieņemts rakstīt latīņu valodā, Petrovs rakstīja krievu valodā, jo viņš vēlējās, lai viņa zinātniskos rakstus un grāmatas varētu lasīt pēc iespējas vairāk cilvēku. Viņš neglaimoja priekšniecībai, ar savām lekcijām necentās uzjautrināt augstdzimušo aristokrātiju un nebija populārs tās aprindās. Zinātnieks redzēja, ka tā laika sabiedrība (pat akadēmijas vadība) maz interesējas par fiziku un tādēļ ar sarūgtinājumu rakstīja: «Es ceru, ka izglītoti un objektīvi fiziķi vismaz kādreiz maniem darbiem dos tādu taisnīgu novērtējumu, kādu pēdējie svarīgie eksperimenti pelnījuši.»

Izrādījās, ka cara augstmaņu attieksmi pret zinātnes atklājumiem Petrovs bija pareizi novērtējis. Pēc pussimts gadiem kopš ievērojamā krievu zinātnieka nāves viņa vārds un darbi bija pavisam aizmirsti. Kad students Aleksandrs Geršuns, nākamais profesors un optiskās tehnikas pamatlicējs, Viļenskas pilsētas bibliotēkā nejauši atrada Petrova grāmatu, viņš nevarēja par tās autoru savākt nekādu ziņu. Tikai pagājušā gadsimta 90. gados Medicīnas un ķirurģijas akadēmijas elektrostacijas ēkā parādījās piemiņas plāksne par godu tam, ka šai namā Vasilījs Petrovs pirmo reizi pasaulē iededza elektrisko gaismu. Gatavojās izveidot no

gipša Petrova bisti, bet ... izrādījās, ka nekur nav saglabājies akadēmiķa portrets.

Pēdējos dzīves gados Petrovs katarakta dēļ pilnīgi zaudēja redzi. Kataraktu izoperēja, zinātnieks no jauna stājās pie darba, bet 1833. gada februārī viņu negaidīti atlaida. 1834. gada augustā Petrovs nomirst.

Ievērojamā krievu fiziķa darbība vispusīgi tika novērtēta tikai pēc Oktobra revolūcijas. Sakarā ar Petrova simto nāves dienu atkārtoti izdeva viņa ievērojamāko grāmatu, tika uzrakstīti vairāki viņam veltīti raksti, zinātnieka vārdā nosauca Maskavas enerģētikas institūta gaismas tehnikas laboratoriju. Tika nodibināta ikgadēja Vasilija Petrova prēmija par labāko studenta darbu elektrotehnikā. Mūsu Dzimtenes elektrotehnikas pamatlicēja darbi tagad uz vieniem laikiem iegājuši zinātnes vēsturē. 1952. gadā Ļeņingradā Krievu muzeja arhīvos atrada Petrova portretu, tiesa, visai maza izmēra.

Pirmos zinātniskos darbus Petrovs veltījis pētījumiem ķīmijas jomā. Viņš izvirzīja sev mērķi eksperimentālā ceļā pārbaudīt Lavuazjē secinājumus par degšanu un skābekļa lomu tajā. Eksperimenti, ko zinātnieks izdarījis un ko viņš aprakstījis grāmatā «Jaunu fizikālās ķīmijas eksperimentu un novērojumu krājums» (1801), apstiprina franču zinātnieka secinājumu, ka degšanas procesā ir nepieciešama skābekļa klātbūtne. Petrovs parādīja, ka bezgaisa telpā var degt tikai tās vielas, kuru sastāvā ir skābeklis.

Visievērojamākais Petrova sacerējums ir grāmata «Ziņas par Galvani un Voltas eksperimentiem, ko izdarījis profesors Vasilijs Petrovs ar vismilzīgākās baterijas palīdzību, kas sastāv dažkārt no 4200 vara un cinka ripiņām un atrodas Sankt-Pēterburgas Medicīnas un ķirurģijas akadēmijā» (1803). Daudzus gadus nebija nevienas citas grāmatas, kas tik dziļi izskaidrotu elektriskās strāvas parādības. Petrovs izgatavoja pasaulē lielāko galvanisko vara-cinka

bateriju no 2100 elementiem un no tās ieguva ap 1700 voltu lielu elektrodzinēj spēku. Tādu elektrodzinēj spēku līdz šim pasaulē neviens nebija ieguvis. Petrovs ar šo «vismilzīgāko» bateriju izdarīja daudz dažādu eksperimentu un sīki tos aprakstīja savā grāmatā.

Svarīgākais Petrova atklājums bija elektriskā loka iegūšana (1802). Šo atklājumu viņš aprakstīja šādi: «Ja uz stikla plāksnītes vai uz soliņa ar stikla kājiņām uzliek divas vai trīs koka ogles, kas ir spējīgas ar Galvani-Voltas šķidrums palīdzību iekvēloties, un ja pēc tam ar diviem izolētiem metāla vadītājiem (*directores*), kas savienoti ar milzīgas baterijas abiem poliem, ogles tuvina citu citai, tad starp tiem rodas visai spilgta balta gaisma vai liesma, no kā ogles ātrāk vai lēnāk iekvēlojas un no kā tumša telpa var tikt samērā labi apgaismota.»

1810. gadā analogisku parādību aprakstīja angļu ķīmiķis Dēvi. Viņam arī piedēvēja elektriskā loka atklājumu.

Petrovs sīki izpētīja elektriskā loka īpašības un izteica domu, ka to varētu izmantot apgaismošanā, metālu metināšanā un dažu slāpekļa savienojumu iegūšanā. Visi šie zinātnieka paredzējumi ieguvuši plašu izlietojumu mūsdienu tehnikā.

Petrovs daudz eksperimentēja, lai izpētītu līdzstrāvas likumus, kas tajā laikā vēl nebija zināmi. 1801. gadā viņš atklāja, ka strāvas stiprums ir atkarīgs no vadītāja šķērsriezuma. Vācu fiziķis Oms, kurš arī risināja šīs problēmas, savu eksperimentu rezultātus publicēja tikai 1827. gadā.

Petrovs izpētīja strāvas elektrolītisko iedarbību uz dažādiem šķidrumiem. Viņš izpētīja arī daudzu vielu — ogles, ledus, porcelāna, sēra, augu eļļu — elektrības vadītspēju un pirmo reizi vadītāju pārklāja ar izolācijas kārtu.

Daudz eksperimentu Petrovs izdarīja, lai izpētītu strāvas fizioloģisko iedarbību. Viņš norādīja, ka augstsprieguma

strāva dzīvībai ir bīstama. Zinātnieks pētījis arī elektrisko izlādi vakuumā un atklājis, ka šī parādība atkarīga no elektrodu materiāla, formas un polaritātes, no attāluma starp elektrodiem un no izlādes pakāpes.

Petrovs pētīja tādus jautājumus, kuriem neviens vēl nebija pievērsies. Ja viņš savu darbu par šiem pētījumiem būtu uzrakstījis latīņu valodā un iespiedis to akadēmijas žurnālā, Petrova vārds būtu pazīstams visā pasaulē. Taču viņa grāmata, kas bija izdota krievu valodā, palika neievērota.

Zinātnieka trešā grāmata «Jauni eksperimenti elektrisko parādību pētīšanā» (1804) veltīta statiskās elektrības jautājumiem. Šai grāmatā zinātnieks izskaidro jaunus elektrostatikas faktus: vadītāju elektrizāciju, elektrizācijas nestabilitāti un mitruma ietekmi uz elektrizāciju.

Petrovs daudz uzmanības veltījis ķermeņu spīdēšanas jautājumiem un izpētījis luminiscences un hemioluminiscences parādības. Šīs divas parādības, kas ir svarīgas, bet pēc savas dabas ļoti dažādas, zinātnieks noteikti šķīr vienu no otras. Pasaulē lielākais luminiscences speciālists akadēmiķis S. Vavilovs uzskatīja, ka idejas, ko par luminiscences jautājumiem izteicis Petrovs, ir nozīmīgas arī mūsdienās. Var uzskatīt, ka šai fizikas nozarei, kas tagad tik strauji attīstās, pamatus licis Petrovs.

Izsakot savus atzinumus, Petrovs kā zinātnieks bija ļoti nepārsteidzīgs un visus savus slēdzienus pamatoja ar eksperimentiem. Viņš teica: «Daudz drošāk elektrisko parādību cēloni meklēt tieši secinājumos, kas izriet no eksperimentiem, nevis prātošanā, ar ko līdz šim apmierinās ganotīvisi fiziķi.»

Tāds novators Petrovs bija arī fizikas pasniedzēja darbā. Lekciju laikā viņš demonstrēja dažādus mēģinājumus un pirmo reizi Krievijā ievada fizikas praktikumu studentiem. Strādādams akadēmijā, Vasilijš Petrovs daudz uzmanības

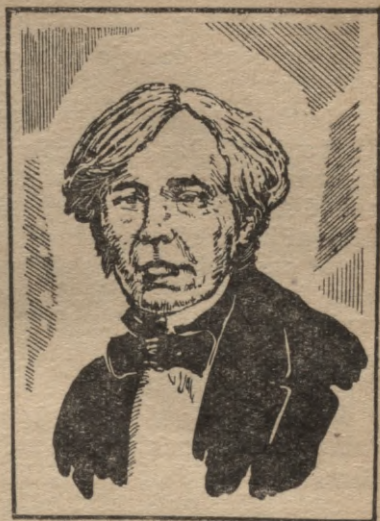
veltīja fizikas kabineta iekārtošanai. Bez Buturlina kolekcijas viņš fizikas kabineta piederumus nopirka arī no profesora Terehovska mantiniekiem, virkni aparātu izrakstīja no Londonas, pēc viņa pasūtījumiem Pēterburgas rūpnīcu mehāniķi izgatavoja daudz oriģinālu piederumu. Savu «vismilzīgāko bateriju» Petrovs izgatavoja pats un tās izgatavošanas procesu sīki un gleznaini aprakstīja grāmatā. Ievērojamu palīdzību zinātnieks sniedzis Viļenskas universitātei tās laboratoriju iekārtošanā.

Vasilija Petrova dzīve un darbība, tāpat kā Lomonosova un arī Rihmaņa mūžs, parāda, ka 18. gadsimtā un 19. gadsimta pirmajā ceturksnī krievu zinātnieki ar saviem pētījumiem par elektrību ieņēmuši vienu no pirmajām vietām pasaules zinātnē.

Vairākus desmitus gadu Vasilija Petrova vārds bija aizmirsts. Tagad tas atgriezts zinātnes vēsturē. Šis fakts ir sevišķi svarīgs tādēļ, ka visa Petrova dzīve ir neparastas neatlaidības un neizsmeļamas darba mīlestības paraugs, tā apliecina uzticību tēvzemes zinātnēi un savai tautai.

«PĀRSTEIDZOŠU
UN DAUDZVEIDĪGU
ATKLĀJUMU»
AUTORS

Maikls Faradejs
(1791—1867)



Liels angļu fiziķis Faradejs iegājis pasaules zinātnes vēsturē kā mācības par elektrisko lauku izveidotājs.

Mūsu dienās Maikla Faradeja vārds pazīstams visā pasaulē, bet viņa gaišais tēls valdzina visas zemeslodes darba cilvēku sirdis.

Maikls Faradejs dzimis 1791. gada 22. septembrī Londonas kalēja Džeimsa Faradeja ģimenē. Maikla tēvs bija labs sava amata meistars. Taču viņš bieži slimoja, un ģimene tikko spēja savilkt galus. Sevišķi grūts Faradeju stāvoklis bija Maikla bērnības gados. Šai laikā sakarā ar Napoleona kariem trūķumā nonāca lielākā daļa Eiropas iedzīvotāju, bet Anglijā turklāt stāvokli saasināja zemes ekonomiskā blokāde. Faradeja tēvam šais gados nereti nācās griezties pēc palīdzības pie filantropiem.

Gimene, kurā auga Faradejs, bija saliedēta un čakla. Vecāki un bērni dzīvoja pilnīgā saskaņā un visādi palīdzēja cits citam.

Maikla mācības skolā beidzās pavisam negaidītā veidā. Viņš mācījās kopā ar vecāko brāli Robertu. Maikls nevarēja izrunāt burtu «r» un tā vietā sacīja «v». Kādreiz skolotāja, zaudējusi pacietību, iedeva Robertam monētu, lai tas nopērk nūju un sit mazo brāli tik ilgi, kamēr viņš iemācās izrunāt «r». Roberts ar sašutumu aizsvieda monētu un mājās visu izstāstīja mātei. Arī viņa bija ļoti sarūgtināta un izņēma bērnus no skolas. Tas notika 1804. gadā. Tā no 13 gadu vecuma Faradejs sāk strādāt un visas zināšanas iegūst pašmācības ceļā.

Viņš iestājās darbā grāmatu veikalā, kas apkalpoja arī laikrakstu abonētus. Pie veikala darbojās iesiešanas darbnīca. Pirmajā darba gadā Maikls iznēsāja abonentiem laikrakstus. Viņš godam izturēja pārbaudes laiku, pēc kura tika pārcelts uz iesiešanas darbnīcu par mācekli. Pēc noteikumiem mācību laiks ilga 7 gadus. Maikls bija ļoti uzcītīgs skolnieks, tādēļ izņēmuma kārtā saimnieks neņēma no viņa mācību naudu. Jau pēc četriem gadiem Maikls bija teicami apguvis iesiešanas māku un viņam uzticēja apmācīt divus zēnus. Sai laikā nomira Faradeja tēvs. Maiklam nu pašam nācās tikt ar sevi galā, jo ģimenē bija vēl citi bērni un Robertam, kas kļuva par kalēju, vienam bija grūti ģimeni uzturēt.

Laiks, kad Faradejs strādāja iesiešanas darbnīcā, bija saspringta darba periods. Faradejs lasīja iesienamās grāmatas, bet dažas no tām pat izstudēja un konspektēja. Sai laikā viņu sāk interesēt literatūra par ķīmiju un elektrību. Viņš iekārto mājās nelielu laboratoriju un izdara vienkāršus ķīmijas mēģinājumus. Iesiešanas darbnīcā bieži iegriezās Londonas zinātnieki. Nereti viņu starpā izraisījās dzi-

vas sarunas, kam ar lielu uzmanību sekoja jaunais Faradejs.

Kāds no šiem zinātniekiem — Karaliskās biedrības loceklis Dens — ieteica jauneklim apmeklēt ķīmiķa Dēvi lekcijas. Dēvi tajā laikā bija ķīmijas laboratorijas direktors un par maksu lasīja lekcijas plašai auditorijai. Faradejam bija iespējams noklausīties četras pēdējās Dēvi lekcijas. Viņš tās rūpīgi pierakstīja un pēc tam iesēja.

1812. gadā izbeidzās Faradeja mācību laiks un viņš ieguva meistara palīga tiesības. Maikls tūlīt sāka strādāt kādā no iesašanās darbnīcām. Jaunajam Faradeja saimniekam bija neciešams raksturs, un strādāt pie viņa bija ļoti grūti. Tai laikā Faradeju arvien vairāk saista zinātniskais darbs. Viņš raksta Dēvi vēstuli, kurā lūdz sagādāt viņam iespēju strādāt iemīlotajā nozarē. Dēvi šai laikā jau bija pazīstams visā Eiropā. Bet viņš bija cēlies no darba cilvēku vidus, tādēļ saprata jaunekļa centienus un pieņēma to par štata darbinieku Karaliskajā institūtā. Faradeja pienākums bija apkalpot lektoros un profesorus, turēt kārtībā laboratorijas piederumus, mazgāt un tīrīt tos, ziņot, ja radās kādi bojājumi. Par šo darbu Maikls saņēma nelielu algu un istabu Karaliskajā institūtā. Jauneklis tomēr jutās laimīgs, jo bija ieguvis saskari ar zinātni, kas viņu saistīja.

Trīs gados, ko Faradejs nostrādāja laboratorijā, vērojot zinātnieku eksperimentus un paplašinot izglītību pašmācības ceļā, viņš bija pilnīgi sagatavojies zinātniskajam darbam un sāka patstāvīgi strādāt. Ar savu nesavtību un uzcītību darbā Maikls izpelnījās visu biedrības lektoru cieņu.

Kad Faradejs bija sešus mēnešus nostrādājis institūta laboratorijā, viņš kopā ar Dēvi devās ilgstošā ceļojumā pa Eiropu. Dēvi ņēma viņu līdzī par savu asistentu un personisko sekretāru, taču Faradejam nācās būt arī pār kaprīzās un varaskārās Dēvi sievas kalpu. Maikls šo pazemojumu ļoti pārdzīvoja, tomēr visu pacieta, jo ceļojums deva daudz

jaunu zināšanu. Dēvi tikās ar daudziem vadošajiem zinātniekiem, apmeklēja zinātniskas iestādes. Faradejs patronu visur pavadīja un sava izcilā prāta un labā rakstura dēļ ieguva draugus ārzemēs.

1815. gada maijā jaunais zinātnieks atgriezās Londonā un uzsāka darbu Karaliskajā institūtā. Viņu nozīmē par asistentu. Visu brīvo laiku Faradejs ziedo zinātniskajam darbam un pašizglītošanai. Šai periodā viņš strādā kopā ar Dēvi. Maikls palīdz viņam izveidot ogļraču drošības lampu. Dēvi augstu novērtē Faradeja meistarību.

1816. gadā Faradejs darba jaunatnes zinātniskajā pulcīnā nolasa sešas lekcijas par ķīmijas jautājumiem. Karaliskās biedrības žurnālā tiek publicēts viņa pirmais zinātniskais darbs par kaļķakmens analīzi. No šā laika jaunā zinātnieka rakstus sistemātiski publicē dažādi zinātniskie žurnāli.

1821. gadā Faradejs apprecas ar kāda Londonas juveliera meitu Saru Bernardu, kas kļūst viņam par uzticamu un patiesu dzīves draugu.

Visa turpmākā Faradeja dzīve saistīta ar Karalisko biedrību, par kuras locekli viņu ievēl 1824. gadā. Karaliskās biedrības loceklis Faradejs ir līdz 1861. gadam, un visu šo laiku viņš dzīvo vienkāršu darba dzīvi. Četrdesmit gadu laikā Faradejs tikai vienu reizi izbrauca no Londonas (viņš aizbrauca uz Šveici ārstēties). Šajos ilgajos gados viņš izdarīja ievērojamus atklājumus elektrības jomā un kļuva par visā pasaulē pazīstamu zinātnieku. Pirms nāves Faradejs pats iesēja visus savus diplomus, ko viņš bija saņēmis no akadēmijām un zinātniskajām biedrībām. Iznāca biezs sējums.

Faradeja vārdu pazina visa pasaule, taču viņš pats vienmēr palika vienkāršs cilvēks. Viņš pat atteicās no Karaliskās biedrības priekšsēdētāja amata. Pirms nāves izcilais zinātnieks izteica vēlēšanos, lai viņa apglabāšana notiktu

tikpat pieticīgi, cik pieticīga bijusi visa viņa dzīve. Tādēļ Faradeju pavadīt ieradās tikai paši tuvākie radnieki, bet kapa pieminekļi tika iecirsti šādi vārdi: «Maikls Faradejs. Dzimis 1791. gada 22. septembrī. Miris 1867. gada 25. augustā.»

Faradeju raksturo ne vien sevišķa vienkāršība, bet arī ne-parastā darba mīlestība. Viņš strādāja katru dienu, bet atpūtas dienās lasīja publiskas lekcijas. Skolu brīvdienās zinātnieks lasīja lekcijas bērniem. Saspringti strādājot, Faradejs bieži pārpūlējās, bet atlabis no jauna turpināja nerimtīgi darboties. Zinātnieks rūpīgi pierakstīja visus savus eksperimentus un domas, tādēļ viņa darbs «Eksperimentālie pētījumi elektrībā dod pilnīgu priekšstatu par viņa veismēm un neveismēm. Pati ievērojamākā Faradeja īpašība bija tā, ka viņš nekad nestrādāja naudas dēļ. Viņa darbs bija veltīts zinātnei, viņš pūlējās vienīgi zinātnes labā. Bez līdzekļiem, kas nepieciešami pašu vienkāršāko vajadzību apmierināšanai, Faradejam nekas nepiederēja, un viņš nomira tikpat nabags, kāds bija sācis dzīvot. Tāds bija pirmais zinātnieks, kurš cēlies no darbaļaužu vidus un kura vārds uz visiem laikiem iegājis cilvēces kultūras vēsturē.

Visu Faradeja darbu pamatā ir viņa monolītais materiālistiskais pasaules uzskats. Viņš bija pārliecināts, ka fizikālie spēki ir vienoti, neiznīcināmi un ka tie savstarpēji pārvēršas. Faradeja laikos terminu «spēks» lietoja divās nozīmēs: pēc Ņūtona — kustības cēloņa nozīmē un «kustības jaudas» jeb enerģijas nozīmē. Faradejs bija ļoti tuvu enerģijas nezūdamības likuma izpratnei. Kaut gan viņš lieto terminu «spēks», būtībā visu viņa darbu pamatā ir pārliecība par enerģijas nezūdamību un pārvēršanos.

Šis Faradeja pasaules uzskata galvenās tēzes pamatā ir dziļa dabaszinātņu attīstības analīze. Kopā ar Dēvi Faradejs strādāja pie gāzu sašķidrināšanas un ieguva šķidru

hloru. Tādā veidā viņš pats sagrāva robežu starp trim «dabas caristēm» — cieto, šķidro un gāzveida — un parādīja, ka nav dažādu ķermeņu — cietu, šķidru un gāzveida, bet, atkarībā no apstākļiem, kādos ķermeņi atrodas, ir tikai dažādi to agregātstāvokļi.

1821. gadā dāņu zinātnieks Ersteds atklāja elektriskās strāvas ietekmi uz magnētadatu. Šis atklājums parādīja, ka starp elektriskām un magnētiskām parādībām pastāv savstarpējs sakars. Bija sagrauta vēl viena robeža, kas atdalīja vienu parādību no otras.

Faradejs arvien vairāk pārliecinās, ka starp dažādām dabas parādībām nav asas robežas, ka tās ir savstarpēji saistītas un savstarpēji apgriežamas. Šo domu zinātnieks izteicis dažādos veidos vairākkārt.

Sevišķi interesanta šai sakarā ir Faradeja attieksme pret atomistiku.

19. gadsimtā pakāpeniski veidojas priekšstats par atomu kā vissīkāko nedalāmo vielas daļiņu, par atomu kā par «ķieģelīti pasaules ēkā». Pastāv doma, ka šai vissīkākajai daļiņai ir masa un ka tā spēj tikai mehāniski pārvietoties.

Uzskatīja, ka atoms pēc formas ir maza lodīte. Faradejs tādiem uzskatiem nevar pievienoties. Viņš saka: «Man nepatīk vārds «atoms».» Zinātnieks izklāsta savu izpratni par atomu kā par daudzveidīgo dabas spēku materiālo vienotību: «Kaut arī mēs nezinām nekā par to, kas ir atoms, tomēr mums nevilšus rodas priekšstats par atomu kā mazu daļiņu. Mūsu zināšanas par elektrību ir tikpat ierobežotas, pat vairāk; mēs nevaram pateikt, vai tā ir kāda īpaša matērija, vai kāds trešais spēks, vai funkcionējošs sākums. Tomēr ļoti daudz faktu liecina, ka starp matērijas atomiem un elektriskajiem spēkiem pastāv kaut kāds sakars un tieši no šiem spēkiem atomi iegūst savas apbrīnojamās īpašības un starp citu, arī savstarpējo ķīmisko afinitāti.»

Tādējādi zinātnieks nešķir atomistiku no mācības par elektrību un arī šeit paliek pie sava uzskata par dabas parādību vienotību.

Līdz Faradeja pētījumiem elektrības laukā pastāvēja divas elektrisko parādību teorijas — kontakta teorija un ķīmiskā teorija.

Saskaņā ar kontakta teoriju uzskatīja, ka elektriskā strāva ķēdē rodas, dažādiem metāliem saskaroties: saskares vietā rodas elektrodzinēj spēks, kas atdala pozitīvo elektrību no negatīvās un strāvas veidā dzen tās pretējos virzienos. Tātad par elektriskās strāvas rašanās cēloni tiek uzskatīts dažādu metālu kontakts.

Saskaņā ar ķīmisko teoriju uzskatīja, ka elektrodzinēj spēka rašanās pamatā nav vis metālu kontakts, bet gan ķīmiskie procesi, kas norisinās galvaniskajos elementos. Katrai teorijai bija savi piekritēji. Faradejs pārliecināti stāvēja ķīmiskās teorijas pusē un atbilstoši savam pasaules uzskatam savu nostāju motivē: viņš nevar uzskatīt par pareizu kontakta teoriju, pretējā gadījumā būtu jāatzīst, ka elektrodzinēj spēks rodas no nekā, bez kāda cēloņa, patvaļīgi, ka elektriskā strāva rodas un nepārtraukti plūst, pārvarot metālu pretestību, bez jebkāda tās dzinēj spēka patēriņa. Faradejs atzīmē, ka dabā un mēģinājumos vienmēr novērojama viena spēka pāreja citā (siltums — elektrībā, elektrība — magnētismā utt.) un nekad nav tāda gadījuma, kad spēks rastos, atbilstoši nepatērējot kaut ko citu.

Pagājušā gadsimta pirmajā ceturksnī zinātnē valdīja Ņūtona pēcteču (ņūtoniešu) mācība par to, ka mehāniskie spēki var darboties no attāluma caur absolūti tukšu telpu. Faradejs nevarēja piekrist šai tāldarbības teorijai, jo tad no jauna nāktos atzīt vecos uzskatus, ka spēki rodas no nekā. Zinātnieks izstrādā tuvdarbības teoriju. Pēc šīs teorijas tukšas telpas nav. Telpa ir materiāla. Tajā atrodas ķermeņi, no kuriem iziet materiālas elektriskās un magnē-

tiskās intensitātes spēka līnijas. Faradejs cenšas no dažādām substancēm (matērijas, ētera, elektriskajām matērijām, magnētisma) radīt vienotu kustošās matērijas ainu. Pie tam šai matērijai piemīt kvalitatīvi dažādi spēki.

Tādā kārtā visu dabas spēku vienotība un to spēja savstarpēji pārvērsties ir Faradeja teorijas izejas punkts. Tādēļ, kad Faradejs uzzināja, ka Ersteds atklājis elektriskā «spēka» spēju pāriet magnētiskajā, viņš, ticēdams, ka ir iespējama arī pretēja pārvēršanās, ieraksta savā dienasgrāmatā šādu uzdevumu «pārvērst magnētismu elektrībā».

Lai šo uzdevumu veiktu, Faradejs desmitiem gadu sastringti strādāja. Viņš izdarīja milzum daudz mēģinājumu. Zinātnieka neatlaidība pārvarēja visas grūtības: magnētisms tika pārvērst elektrībā, elektrisko un magnētisko spēku vienotība bija eksperimentāli pierādīta. Šo pētījumu rezultātā zinātne ieguva jaunu likumu — elektromagnētiskās indukcijas likumu. Būtībā radās jauna zinātnes nozare — elektrotehnika, par kuras pamatlicēju jāuzskata lielais angļu zinātnieks.

Vēl pirms Faradeja Ampērs pētīja tāda vadītāja kustību magnētiskajā laukā, pa kuru plūst strāva. Pamatojoties uz spēku savstarpēju pārvēršanos, varētu likt arī magnētam kustēties elektriskajā laukā. Faradejs šo uzdevumu veic — viņš piespiež magnētu elektriskajā laukā griezties. Ar šo «magnēta griešanās» atklājumu Faradejs kļūst slavens visā pasaulē.

Atlika vēl pētījumi divās nozarēs, kur vajadzēja eksperimentāli pierādīt spēku vienotību un to spēju savstarpēji pārvērsties: parādīt elektriskā spēka pāreju ķīmiskajā un otrādi, un elektriskā spēka pāreju gaismā un otrādi. Ar visu savu enerģiju un neatlaidību Faradejs nodevās šo problēmu pētīšanai. Rezultātā ieguva zinātne — bija atklāti elektrolīzes likumi, uz kuru pamata veidojas mūsdienu varēnā elektroķīmiskā rūpniecība.

Pamatojoties uz visiem šiem pētījumiem un atklājumiem, Faradejs izdarija ļoti svarīgu secinājumu. Tajā laikā bija zināmi šādi elektrības veidi: Voltas elektrība, ko iegūst ar galvanisko elementu palīdzību; elektrostatiskā jeb parastā elektrība, ko iegūst ar berzēšanu; magnetoelektrība, ko atklājis Faradejs; termoelektrība, ko iegūst, sildot divu dažādu metālu lodējumu; elektrība, kas atrodas dabā dzīvos organismos. Salīdzinot šos elektrības veidus, Faradejs parādīja, ka tie visi dod fizioloģisku efektu, novirza magnēt-
adatu, magnetizē tērauda adatu, sasilda metālu, ja pa to laiž strāvu, iedarbojas ķīmiski. Pētnieka pamatsecinājums ir šāds — dažādu veidu elektrība «pēc būtības ir viendabīga un atšķiras tikai pēc pakāpes, bet šai sakarā variē atkarībā no tā, cik liels ir elektrības daudzums un intensitāte».

Tādā kārtā visu elektrības veidu vienotība un to spēja pārvērsties magnētismā, siltumā un ķīmiskos spēkos bija pierādīta. Pēc būtības tas bija enerģijas nezūdamības likuma pierādījums, taču Faradejs runā tikai par fizikālo spēku vienotību.

Bija vēl viena veida «spēks», kurš nepārvērtās elektrībā, — gaisma. Faradeja laikā starp elektriskām un optiskām parādībām nebija konstatēti nekādi sakari. Tomēr Faradejs nezaudē cerību atrast šos sakarus un pārvērst gaismu elektrībā. Viņš ilgu laiku strādā šai virzienā un atklāj gaismas polarizācijas plaknes magnētiskās griešanas parādību. Tālāk zinātnieks sper pēdējo soli — viņš meklē sakaru starp magnētismu un gravitāciju. Savā darbā «Eksperimentālie pētījumi elektrībā» viņš raksta: «Vēl dažus gadus atpakaļ magnētisms mums bija tumšs spēks, kas iedarbojas uz pavisam nelielu skaitu ķermeņu. Tagad mums ir zināms, ka tas iedarbojas uz visiem ķermeņiem un ir cieši saistīts ar elektrību, siltumu, ķīmiskām parādībām, gaismu. Un, ja tas ir tā, tad mēs, cerības iedvesmoti, jūtam nepiecie-

šamību mūsu darbus turpināt un atklāt magnētisma sakaru pat ar gravitāciju.»

Faradejs izdara šai virzienā dažus mēģinājumus, bet rezultāti ir negatīvi. Tikai daudz vēlāk, 20. gadsimta sākumā, kad pierādīja, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi, un no Einšteina relativitātes teorijas secināja, ka gaismas stars gravitācijas laukā novirzās, tika eksperimentāli noteikts gravitācijas un gaismas savstarpējais sakars.

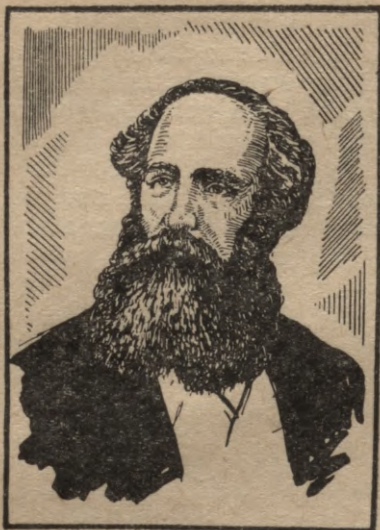
1845. gada 6. decembrī Faradejs iesniedza Karaliskajai biedrībai ziņojumu «Par dažādu vielu magnētismu», kurā bija izklāstīta viņa atklātā diamagnētisma parādība, kuras būtība bija tā, ka magnētiskais pols atgrūž dažas vielas. Līdz tam laikam zinātnē visus ķermeņus dalīja divās grupās — vienus magnēts pievelk, bet uz otriem nekādā veidā neiedarbojas. Sakarā ar to, ka Faradejs eksperimentējot lietoja ļoti spēcīgus magnētus, viņš konstatēja, ka magnēts iedarbojas uz visiem ķermeņiem. Daži no ķermeņiem pievelkas pie magnēta. Tādus ķermeņus zinātnieks nosauca par magnētiskiem ķermeņiem. Tagad tos sauc par paramagnētiķiem. Pārējie ķermeņi no magnēta atgrūžas. Atgrūšanās spēks ir ļoti mazs, un to var konstatēt tikai ar spēcīgiem elektromagnētiem. Šos ķermeņus Faradejs nosauca par diamagnētiskiem ķermeņiem.

Diamagnētisma parādības atklāšanai ir liela loma vielas molekulu uzbūves un īpašību izskaidrošanā.

Bez iepriekš aplūkotajiem Faradeja pamatatklājumiem jāatzīmē arī viņa nopelni fizikas terminoloģijas attīstīšanā. Faradeja ieviestie termini — elektrolīts, elektrolīze, anods, katods, jons, katjons, anjons, elektrods, dielektriķis, diamagnētisms, paramagnētisms, elektromagnētiskā indukcija, indukcijas strāva, pašindukcija, ekstrastrāva un daudzi citi — paliks fizikas terminu skaitā uz visiem laikiem.

Zinātnieka pēctecis Maksvels, kurš devis lielā fiziķa darbiem matemātisku ietēru un uz to pamata izveidojis

gaismas elektromagnētisko teoriju, par Faradeju un viņa zinātnisko darbību devis šādu atsauksmi: «Mēs vispirms uzskatām, ka Faradejs ir visīstākais un vienlaikus viscildevnākais zinātnieka tips... Jācer, ka viņa nesavtīgā, vienkāršā un klusā dzīve kļūs tikpat neaizmirstama kā viņa nemirstīgais atklājēja vārds.» Bet krievu fiziķis Stoļetovs par Faradeju rakstījis tā: «Kopš Galileja pasaule nav piedzīvojusi tik daudz pārsteidzošu un daudzveidīgu atklājumu, kas nākuši no vienas galvas, un diezin vai tik drīz ieraudzīs otru Faradeju...»



**GAISMAS
ELEKTROMAGNĒTISKĀS
TEORIJAS RADĪTĀJS**

Džeimss Maksvels
(1831—1879)

Lielā angļu fiziķa Maksvela vārds stāv blakus viņa tautiešu Ņūtona un Faradeja vārdiem. Šo zinātnieku darbi veido ne vien klasiskās, bet arī mūsdienu fizikas pamatus.

Džeims Maksvels dzimis Edinburgā (Skotijā). Ģimenē viņš bija vienīgais bērns. Džeimsa tēvs piederēja pie dižcilģīgas skotu ģimenes. Būdams gudrs un erudīts cilvēks, viņš ar lielu uzmanību sekoja Anglijas rūpniecības attīstībai un jaunizgudrojumiem tehnikas laukā un aizrautīgi eksperimentēja, lai uzlabotu mehānismu konstrukcijas. Ieradies no savas muižas Edinburgā, viņš piedalījās vietējās zinātniskās biedrības sēdēs. Dažu savu izgudrojumu aprakstus viņš publicēja šīs biedrības žurnālā. Tēva ietekmē radās un attīstījās nākamā zinātnieka interese par zinātņi un tehniku.

Tēvs iekārtoja dēlam mājas laboratoriju, un Džeimss pētīja elektrības un magnētisma parādības.

Ļoti agri atklājās, ka Džeimssam ir oriģināla matemātiska domāšana. Būdams 15 gadu vecs skolēns, viņš uzrakstīja tik nopietnu darbu ģeometrijā, ka viņa skolotājs uzskatīja par iespējamu nodot šo darbu izskatīšanai Edinburgas zinātniskajā biedrībā. Maksvela darbā bija izklāstīta vienkārša un ļoti asprātīga elipsu zīmēšanas metode, kā arī likņu ar diviem vai vairākiem fokusiem attēlošana.

Džeimss bija aizrāvēis ar ģeometriju. Kāds no viņa skolas biedriem rakstīja: «Es atceros, ka reiz lekcijā mūsu lektors, risinādams kādu sarežģītu stereometrijas uzdevumu, trīs reizes pierakstīja melno tāfeli. Viņš bija tikko beidzis, kad Maksvels jautāja, vai šo uzdevumu nevar risināt ģeometriski, un tūlīt arī parādīja, kā ar vienas figūras un dažu līniju palīdzību atrisinājums ātri iegūstams.» Acīm redzot, Maksvela spēju attīstību stipri ietekmēja tas apstākļi, ka viņš agri iepazinās ar dažādām mašīnām un mehānismiem.

Mācīdamies vēlāk Edinburgas universitātē, nākamais zinātnieks turpināja strādāt savā laboratorijā: novēroja spektru krāsas, polarizētās gaismas gaitu caur kristāliem, konstruēja dažādas ierīces. Universitātes profesors Viljams Nikols uzdāvināja jaunajam izmēģinātajam gaismas polarizācijas prizmu, ko pats bija konstruējis. Džeimss ar dzīvu nodevās eksperimentiem un dzīvoja visai noslēgti. Visu laiku viņš pavadīja universitātē un mājas laboratorijā.

1850. gadā Maksvels pārgāja uz Kembridžas universitāti, ko savā laikā bija beidzis arī Ņūtons. Te studentus nepārslogoja ar obligātajām nodarbībām. Viņi varēja klausīties iekcijas un studēt literatūru atbilstoši savām nosliecēm. Tas ļoti patika Maksvelam, jo nu viņam bija iespēja apmierināt savas daudzveidīgās intereses. Jau tad jaunais zinātnieks izstudēja Faradeja «Eksperimentālos pētījumus elektrībā», kas bija pretrunā ar pastāvošiem uzskatiem par magnē-

tismu un elektrību, kā arī iepazinās ar tādiem pētījumiem fizikas zinātnē, kas neietilpa universitātes mācību programmā. Tajā pašā laikā viņš interesējās arī par daiļliteratūru, rakstīja dzejoļus.

1856. gadā, t. i., divus gadus pēc tam, kad Maksvels bija beidzis universitāti, nomira viņa tēvs un zinātnieks kļuva par Glenleres dzimtmuižas mantinieku.

Sākās patstāvīga dzīve. Maksvels vadīja fizikas katedru Āberdinas universitātē. Pedagoģisko un zinātnisko darbību viņš sekmīgi apvienoja ar pārvaldīšanas darbiem muižā, kur pavadīja katras brīvdienas.

Kad izsludināja Adamsa prēmijas konkursu par Saturna gredzenu stabilitātes problēmu, Maksvels uz laiku pārtrauca savus pētījumus un nodevās šā uzdevuma risināšanai. Viņš norādīja, ka gredzeni var būt stabili tikai tādā gadījumā, ja tie sastāv no ļoti sikām daļiņām, kas neatkarīgi cita no citas riņķo ap Saturnu. Vēlāk to apstiprināja vesela virkne spektroskopisku pētījumu.

1860. gadā, kad Āberdinas universitātē likvidēja štata vietu, ko ieņēma Maksvels, viņš pārcēlās uz Londonu, kur vadīja katedru Karaliskajā koledžā. Maksvels kļuva par universitātes profesoru. Viņš bija materiāli nodrošināts cilvēks, un tādēļ darbam nevajadzēja būt par viņa eksistences avotu. Maksvela dzīves saturs bija zinātne, un viņš nevarēja iedomāties savu dzīvi bez tās.

Zinātnieku neapmierināja darbs koledžā. Viņš sūrojās, ka jālasa pārāk daudz lekciju, bet eksperimentiem piešķir maz līdzekļu. Tomēr tieši šai dzīves posmā Maksvela darbs zinātnes laukā izrādījās visauglīgākais. Viņš veic aktīvu zinātnisku darbu divās komitejās. Vienā no tām pētīja, kā noteikt elektriskās pretestības vienību pēc lorda Kelvina metodes, otrā — izstrādāja metodes, kā noteikt sakaru starp elektriskajām un elektromagnētiskajām elektrības vienībām. Darbs šais komitejās un personiskā pazišanās ar

Faradeju, par kura skolnieku Maksvels sevi uzskatīja, ievērojami sekmēja viņa zinātnisko interešu attīstību.

1865. gadā Maksvels saslima, pameta pedagoģisko darbu un dažus gadus nodzīvoja savā muižā, neizbraucis ārpus tās robežām. Te viņš uzrakstīja slaveno «Traktātu par elektrību un magnētismu». Tajā pašā laikā zinātnieks nepārtukti sarakstījās ar saviem darba biedriem, rakstīja mācību grāmatu par siltumu.

1871. gadā Kembridžā tiek iekārtota Kavendiša laboratorija, kas izveidojas par ievērojamu zinātniskās pētniecības centru. Maksvels kļūst par šīs laboratorijas direktoru. Apgādājot laboratoriju un izdodot Kavendiša darbus, parādās Maksvela izcilās organizatora spējas. Šais gados viņš aktīvi piedalās sabiedriskajā dzīvē un pamazām kļūst par Anglijas vadošo fiziķi. Viņš piedalās konferencēs un kongresos, raksta nedēļas žurnālam «Daba» un ir visu ievērojamāko rakstu par fizikas jautājumiem autors «Britu enciklopēdijā».

1879. gada vasarā slimība no jauna liek sevi manīt, un 5. novembrī Maksvels mirst. Vēl dažas dienas pirms nāves viņš lasīja lekcijas.

Maksvela zinātniskās intereses un zinātniskie darbi cieši saistās ar laiku, kad viņš dzīvoja, un to rašanos noteikuši tā laika jaunie rūpniecības un tehnikas uzdevumi. Maksvels bija daudzpusīgs zinātnieks: viņa pētījumi aptver tādu plašu jautājumu loku kā gāzu kinētiskā teorija, teorētiskā optika, krāsu teorija utt. Viņš uzrakstījis nopietnus populārzinātniskus darbus «Matērija un kustība», «Siltuma teorija» u. c. Neapšaubāmi viņa radošās darbības centrā ir darbi par elektrību un magnētismu. Interesanti, ka Maksvels dzimis tieši tajā gadā, kad Faradejs atklāja elektromagnētisko indukcijas parādību. Bet Maksvela ievērojamākie darbi saistās tieši ar Faradeja ideju tālāku attīstīšanu.

Maksvēla laika fiziku nemaz nevar salīdzināt ar mūsdienu fiziku. Galvenos šīs zinātnes pamatprincipus tad sāka tikai izstrādāt. Tā, piemēram, enerģijas nezūdamības likumu atklāja 1842. gadā, spektrālanalīzi — 1859. gadā, bet atoma uzbūves teorijas vispār vēl nebija. Klasiskā fizika atradās sava uzplaukuma rītausmā. Uz šāda fona sevišķi nozīmīgs šķiet tas, ko paveicis Maksvēls elektrības un magnētisma jomā.

1855. un 1856. gadā zinātnieks uzrakstīja darbu par elektrību ar nosaukumu «Par Faradeja spēka līnijām». Šis darbs bija sava veida ievads turpmākajiem fundamentālajiem darbiem par elektrību un magnētismu. Tajā, pamatojoties uz analogiju ar nespiežama šķidrums kustību, zinātnieks cenšas izklāstīt elektromagnētiskā lauka likumus. Viņa secinājumos nav aprēķinu, tie doti uzskatāmā, tīri ģeometriskā veidā. Aizraušanās ar ģeometriju Maksvēlā attīstīja savdabīgu domāšanas metodi: viņam ļoti patika izgatavot pētījamo elektrisko un magnētisko parādību mehāniskus modeļus.

Eiropā strauji attīstījās rūpniecība. Par tās teorētisko pamatu kļuva precīza, matemātiskā formā izteikta mehānika. Nav brīnums, ka fiziķi centās visas parādības reducēt līdz kādai mehānisku priekšstatu summai. Tā, piemēram, angļu zinātnieks lords Kelvins sacīja: «Man liekas, ka jautājuma istā jēga par to, vai mēs izprotam doto fizikas problēmu vai nē, aprobežojas ar sekojošo: vai mēs spējam konstruēt atbilstošu mehānisku modeli.»

Maksvēls šo jautājumu izprata plašāk nekā viņa laikabiedri. Mehāniskajā modeli viņš nemeklēja atbildi uz jautājumu — kāds ir dotās parādības raksturs; modelis palīdzēja viņam atrast tikai tīri ārēju līdzību. Parādības matemātiska interpretācija viņam nebija pašmērķis. Viņš tiecās pēc tā, lai katram matemātikas terminam būtu konkrēts fizikāls saturs, lai katra matemātiska operācija atbilstu noteiktam

fizikālām procesam. Tieši šim mērķim kalpoja mehānisku modeļu izgatavošana.

Jautājumā par elektrisko un magnētisko parādību teoriju zinātniekiem bija divi pilnīgi pretēji uzskati, proti, eksistēja tāldarbības un tuvdarbības teorija. Pirmā izskaidroja elektrisko lādiņu mijiedarbību, tāda vadītāja kustību, pa kuru plūst strāva, un magnētisko spēku darbību no attāluma, pilnīgi ignorējot vidi, kurā šīs parādības norisinās. Tuvdarbības teorija, ko izvirzīja Faradejs, priekšroku deva videi, kas, pēc viņa domām, piepildīta ar elektriskām un magnētiskām spēka līnijām. Faradejs uzskatīja, ka tieši šo spēka līniju deformācijas nosaka visas parādības, kas norisinās vidē.

Pirmā teorija bija izstrādāta matemātiski pēc analogijas ar vispasaules gravitāciju, otrā pamatojās uz tīri eksperimentāliem fizikāliem rādītājiem. Ap šo laiku Ersteda, Ampēra, Lenca un Faradeja pētījumi bija parādījuši, ka starp elektriskajām un magnētiskajām parādībām ir ciešs sakars: viena veida parādības vienmēr izraisa otras. Ersteds un Ampērs pilnīgi piekrita tāldarbības teorijai. Faradejs turpretī parādību galveno cēloni saskatīja vidē, kas aptver uzlādētus ķermeņus, magnētus vai vadītājus, pa kuriem plūst strāva. Faradeja idejas, kas netika izteiktas matemātiskā formā, viņa laikabiedri nesaprata.

Maksvela teorija bija savdabīgs Ampēra, Faradeja un Lenca eksperimentālo darbu apkopojums. Zinātnieks apgalvoja, ka viņš tikai Faradeja idejas izteicis matemātiskā valodā. Tā bija pārāk pieticīga atzišanās. Patiesībā Maksvels izveidoja viengabalainu mācību par elektromagnētisko lauku. Šī mācība pilnīgi izmainīja uzskatus par elektrisko un magnētisko parādību raksturu. Būtībā ar to tika sagrauti mehāniskie uzskati šai fizikas nozarē. Par to, ka lauku uzskata par vienu no matērijas veidiem, jāpateicas Maksvelam.

Visas tajā laikā pazīstamās elektrības un magnētisma parādības Maksvels apvieno, dodot tām kopīgus likumus, kas saista magnētisko lauku ar elektrisko lauku. Vispirms viņš apkopoja priekšstatus par strāvu un ieviesa interesantu terminu «nobīdes strāva». Ja dielektriķim pieliek potenciālu starpību, tad tajā rodas elektriskais lauks, kas elektriski izmaina dielektriķi. Tā lādiņi nobīdās atkarībā no lauka virziena.

Analoģiski arī elektrodzinējspēks, kas rodas mainīgā magnētiskā lauka iedarbības rezultātā, izveido elektrisko lauku, kurš vēlāk izraisa elektriskās strāvas rašanos. Tad, acīm redzot, jebkuru strāvu var uzskatīt par noslēgtu.

Tiešām, ja vadītājs, pa kuru plūst strāva, nav noslēgts, starp tā galiem atrodas elektriska vide, kurā elektriskā spēka ietekmē nobīdās elektrības lādiņi. Tādējādi izmainās lauka intensitāte, un rezultātā mums ir riņķveida strāva.

Tālāk Maksvels izvirza ļoti drosmīgu hipotēzi, saskaņā ar kuru nobīdes strāva, tāpat kā parastā vadītspējas strāva, rada ap sevi magnētisko lauku. Elektriskais lauks un magnētiskais lauks ir cieši saistīti viens ar otru: jebkura elektriskā lauka izmaiņa izraisa magnētiskā lauka parādīšanos — un otrādi.

Šo ideju ietērpšanai matemātiskā formā zinātnieks izveidoja vienādojumu sistēmu. Šie vienādojumi, kurus tagad sauc par Maksvela vienādojumiem, raksturo procesu, kas norisinās, rodoties diviem savstarpēji saistītiem laukiem — elektriskajam laukam un magnētiskajam laukam, kuri veido vienotu elektromagnētisko lauku, kas viņņveidā izplatās telpā tā, ka abu lauku intensitātes vektori katrā laika momentā ir cits citam perpendikulāri un atrodas vienādās fāzēs. Šis process izplatās telpā ar galīgu ātrumu. No vienādojumiem kā atsevišķi gadījumi izriet agrāk atklātie Kulona, Ampēra, Oma, Bio-Savāra, Faradeja likumi, Gausa teorēma u. c.

Maksvēla vienādojumi tālu aizsteigušies priekšā eksperimentam. Zinātnieks paredzēja elektromagnētisko viļņu īpašības, to transversalitāti, refrakciju, refleksiju, spiedienu un izplatīšanās ātrumu. Visbrīnīgākais bija tas, ka Maksvēla teorija kļuva par pamatu pavisam jaunai elektromagnētiskajai gaismas teorijai. Pētnieks teorētiski pierādīja, ka elektromagnētisko viļņu izplatīšanās ātrums ir vienāds ar gaismas izplatīšanās ātrumu, ka gaismas viļņi ir tikai elektromagnētisko viļņu atsevišķs gadījums. Elektromagnētiskā gaismas teorija apvienoja optiskās un elektromagnētiskās parādības, deva optiskajām konstantēm konkrētu fizikālu saturu, saistīja tās ar elektriskajām un magnētiskajām. Optika kļuva par elektrības nozari. Maksvēls izvirzīja ideju par to, ka gaismas viļņus var izmantot par garuma un laika etaloniem.

Nevar nerunāt arī par Maksvēla pētījumiem kādā citā fizikas nozarē — par atklājumiem kinētiskajā gāzu teorijā. Tajā laikā siltuma teorijas pamatā bija molekulu kustība, kuru enerģiju identificēja ar siltuma jēdzienu. Fizikāli uzskatīja, ka gāze ir molekulu kopums, pie tam šīs molekulas ir ļoti elastīgas, lodveida un haotiski kustas visdažādākajos virzienos. Gāzes temperatūru nosaka molekulu kustības ātrums: jo lielāks ir molekulu kustības ātrums, jo augstāka temperatūra. Zinātnieki uzskatīja, ka zināmā temperatūrā dotajā gāzē visas molekulas kustas ar vienādu ātrumu. Maksvēls savos darbos, kas veltīti šai problēmai, pamatojās uz vispārpieņemtajiem uzskatiem par molekulām, tomēr viņš uzskatīja, ka gāzē molekulas sadalās pēc to kustības ātrumiem. Citiem vārdiem sakot, jebkurā temperatūrā lielākajai daļai gāzu molekulu ir noteikts ātrums, bet ir arī molekulas, kuras var kustēties gan ar lielāku, gan ar mazāku ātrumu. Pamatojoties uz varbūtības teoriju, Maksvēls ieguva likumu par molekulu sadalījumu pēc to ātrumiem.

Maksvēla idejas netika atzītas tūlīt. Fizikājiem sākumā

likās, ka Maksvela elektromagnētiskā teorija ir kaut kas nevajadzīgs, sarežģīts un neinteresants. Viņa idejas nesadzīvoja ar ierastajiem uzskatiem. Bolcmanis tās nosauca par «grāmatu aiz septiņiem zieģeļiem». Maksvels nenodzīvoja līdz savu ideju uzvarai, bet viņš bija izstrādājis eksperimentālo pētījumu programmu.

Maksvela elektromagnētiskās teorijas uzvaru sekmēja vācu fiziķa Herca eksperimenti un it sevišķi krievu zinātnieku A. Popova, P. Ļebedeva, N. Umova, A. Eihenvalda darbi. Pagāja neliels laika sprīdis, un šo zinātnieku atklājumu rezultātā elektromagnētiskā teorija kļuva ne tikvien nepieciešama, bet, runājot P. Ļebedeva vārdiem, tā bija «mums vienīgā pieņemamā gaismas teorija». Maksvela teoriju savos darbos tālāk attīstīja Lorencs, kurš izveidoja priekšstatu par elektrības elementārlādiņiem — elektroniem un apvienoja divus jēdzienus — elektromagnētisko lauku un elementārlādiņu.

Maksvela vienādojumi nav zaudējuši savu nozīmi arī mūsdienās — tie ir elektrības, elektrotehnikas un radiotehnikas pamatā.

Kopš ievērojamā zinātnieka nāves pagājis gandrīz vesels gadsimts, bet viņa vārds vēl arvien pieder mūsdienu fizikai. Par Maksvela idejām stāsta vai arī tās tālāk attīsta atsevišķās monogrāfijās, grāmatu nodaļās, kur aplūkota elektrība, elektrotehnika un radiotehnika, nemaz jau nerunājot par augstskolu mācību grāmatām. Ar Maksvela teoriju vēsturiski saistītas arī jaunākās fizikas idejas, kas atradušas savu izteiksmi relativitātes teorijā un kvantu mehānikā.

**«MŪŽIGĀS
PATIESĪBAS DAĻIŅU»
MEKLĒJOT**

Ludvigs Bolcmanis
(1844—1906)



Liels austriešu fiziķis Ludvigs Bolcmanis visu dzīvi nenogurstoši strādājis. Par savu zinātnisko darbību viņš ieguvis pasaules 39 akadēmiju un zinātnisko biedrību atzīību. Zinātnieka intereses bija vispusīgas — viņš pazina mūziku, mīlēja literatūru. Tā, piemēram, savu stāstu par braucienu uz ASV viņš būtībā veltījis Šillera cildināšanai. Pārlapojot virkni žurnālu, kas iznākuši 19. gadsimta otrajā pusē, var atrast ne mazumu interesantu faktu par viņa personisko dzīvi, bet ne jau šie fakti raksturo zinātnieku un ne jau to dēļ viņš iegājis zinātnes vēsturē.

Bolcmanis — izcilākais zinātnieks laikā, kad jaunā, mūsdienu fizika sāka tikai veidoties. Laikmets, kurā noritēja Bolcmaņa radošā darbība, bija pārpilns ar zinātnisko ideju

cīņām, un zinātnieks visu savu dzīvi bija cīnītājs, kas ar visiem viņa rīcībā esošajiem līdzekļiem aizstāvēja savus uzskatus. Ar šo cīņu arī izskaidrojami daži neparasti fakti viņa biogrāfijā. Bolcmanis nelabprāt mainīja darba vietas. Viņš, acīm redzot, uzskatīja — ja cilvēkam ir ko teikt, viņš to var darīt jebkurā vietā. Tomēr, būdams jau pusmūža gados, Bolcmanis pāriet no Vīnes universitātes uz Leipcigas universitāti, bet pēc diviem gadiem atkal atgriezās Vīnē. Kāpēc gan ievērojamajam zinātniekam bija tā jādara? Vīnes universitātē tajā laikā strādāja Bolcmaņa ideju pretinieks fiziķis Ernsts Mahs, un Bolcmanis, kura idejas sāka uzskatīt par «vecmodīgām», gribēja izvairīties no tiešas saskares ar savu ienaidnieku. Taču arī Leipcigā atradās cilvēks, kas nepiekrita viņa uzskatiem, — Vilhelms Ostvalds. Tādēļ, kad Mahs pēc diviem gadiem no Vīnes universitātes aizgāja, Bolcmanis atkal atgriezās savā vecajā vietā.

Kļuvis slavens visā pasaulē, Bolcmanis tomēr mūža beigās ar sarūgtinājumu spiests konstatēt, ka laikabiedri viņu nav sapratuši. Vai gan bija iespējams mierīgi lasīt žurnāla atsauksmē par 1898. gadā iznākušo klasisko grāmatu «Lekcijas gāzu teorijā» šādus vārdus: «Kā zināms, kinētiskā teorija ir maldīga tāpat kā dažādās mehāniskās gravitācijas teorijas. Konkrēti — tā nepareizi izprot enerģijas nezūdamības principu. Ja kāds tomēr vēlas ar to iepazīties, lai ņem rokās Bolcmaņa grāmatu.» Nav brīnums, ka galu galā Bolcmanis kļuva psihiski nelīdzsvarots un beidza savu dzīvi pašnāvībā.

Ir ļoti svarīgi izsekot Bolcmaņa garīgajai dzīvei, izprast viņa cīņas jēgu, atrast viņa vietu zinātnē. Lielā zinātnieka skolnieks poļu fiziķis Mariāns Smoluhovskis teica: «Ir ļoti pamācoši novērot zinātnisko teoriju mainīgos likteņus. Tie ir daudz interesantāki par cilvēku nepastāvīgajiem likteņiem, jo katrā no tiem ir kaut kas nemirstīgs, kaut vai daļiņa mūžīgās patiesības.»

Bolcmanis devis lielu ieguldījumu daudzās fizikas nozarēs, bet vislielākie panākumi viņam bijuši trīs jomās: elektromagnētiskā lauka teorijā, molekulāri kinētiskajā teorijā un mācībā par siltumu.

Ap pagājušā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem elektrības pētīšanā bija gūti milzīgi panākumi. Angļu fiziķis Maksvels deva Faradeja idejām par elektromagnētiskā lauka struktūru matemātisku pamatojumu un izveidoja viengabalainu elektromagnētiskā lauka un elektromagnētisko viļņu teoriju, kas paredzēja veselu virkni parādību. Tomēr daudziem zinātniekiem bija skeptiska attieksme pret šo teoriju, jo tajā laikā nebija pārliecinošu eksperimentālu pierādījumu, kas liecinātu par tās pareizību. «Teikt var visu, ko vien grib,» parasti par eksperimentāli nenopamotām teorijām teica D. Mendeļejevs, «bet nāc un node-monstrē!»

Lūk, tieši šādos meklējumos, kas pierādītu Maksvela teorijas patiesumu, iesaistījās jaunais Vīnes universitātes privātdocents Ludvigs Bolcmanis. Kad viņš fizikas katedras vadītājam pazīstamajam zinātniekam Stefanam jautāja, ar ko viņam jānodarbojas, Stefans jauneklim uzdāvināja angļu gramatiku. Tās uzdevums bija pavērt Bolcmanim ceļu uz Maksvela darbiem oriģinālvalodā.

No Maksvela teorijas izriet, ka kristālu dielektriskā caurlaidība ir atkarīga no virziena, kādā tā tiek mērīta. Bolcmanis izdarīja veselu virkni eksperimentu, izmēridams cietu ķermeņu (sēra, parafīna) un gāzu (gaisa, ūdeņraža, skābekļa, ogļskābās gāzes) dielektrisko caurlaidību. Šie mēģinājumi tieši bija Maksvela elektromagnētiskā lauka teorijas eksperimentāls pamatojums. Ar šiem mēģinājumiem jaunais fiziķis kļuva pazīstams zinātnieku aprindās.

Sajā pašā laikā Bolcmanis uzsāk savus klasiskos pētījumus gāzu molekulāri kinētiskajā teorijā. Laikā, kad darbojas Bolcmanis, daudzi fiziķi aizstāvēja mācību par atomiem

un molekulām un centās visas ķermeņu fizikālās īpašības izskaidrot ar atomu un molekulu savstarpējo iedarbību. Visvieglāk ar atomistisko teoriju bija izskaidrot vienkāršāko atomu un molekulu veidojumu — gāzu īpašības. Maksvels pamatīgi izstrādāja gāzu molekulāri kinētisko teoriju un pierādīja siltuma mehānisko raksturu. Visus gāzu likumus, kas mūsdienās vidusskolas fizikas kursā, izskaidroja molekulu haotiskās kustības mehānika. No 19. gadsimta trešā ceturkšņa zinātnieka viedokļa fizikas tālākas attīstības perspektīvas bija skaidras: nepieciešams attiecināt molekulāri kinētisko teoriju arī uz daudzatomu molekulām, izstrādāt molekulāri kinētisko mehāniku gāzēm, kas novietotas spēka laukā, mehāniski izskaidrot elektrības parādības, parādīt, kā mehānika izskaidro šķīdrumu un cietu ķermeņu struktūru. Tad visa fizika būs reducēta līdz mehāniskiem priekšstatiem un fizikas attīstība būtībā būs pabeigta. Daudziem zinātniekiem likās, ka drīz sāksies mehānistiskā pasaules uzskata vispārējs triumfs.

Tomēr tādi uzskati nebija visiem fiziķiem. Daudziem no tiem bija skeptiska attieksme pret mācību par atomiem un molekulām. «Apžēlojieties,» viņi teica atomistikas piekritējiem, «no jūsu teorijas izriet, ka atomi ir ārkārtīgi mazi. Jūs tos nekad neieraudzīsiet un nevarēsiet izdarīt tādu eksperimentu, kas neatspēkojami pierādītu atomu esamību. Tādēļ jūsu teorijas ir nepierādāmas, tās ir «zinātniska spekulācija». Fizikālo parādību skaidrošanā vajag meklēt kaut kādus jaunus ceļus, nesaistot tos ar neticamām hipotēzēm par atomu esamību.»

Fiziķi sadalījās atomistos un antiatomistos. Atomisti, iedamī Maksvela pēdās, izstrādāja atomu un molekulu teoriju. Bolcmaņa skolotājs un biedrs profesors Lošmidts, pamatojoties uz fizikas un ķīmijas likumiem, aprēķināja atomu un molekulu izmērus, noteica to skaitu vienā kubikcentimetrā gāzes un droši nosauca šo skaitli — $2,7 \cdot 10^{19}$, pār-

steigdams nekompetentos ar to, ka šis skaitlis ir 30 triljonu reižu lielāks par Zemeslodes iedzīvotāju skaitu. Teorētiski tika noteikts molekulu haotiskās kustības ātrums, ko, izrādās, var salīdzināt ar šautenes lodes ātrumu. Pakāpeniski sāka noskaidroties neredzamās mikropasaules «divainības» un «brīnumi».

Neparastā teorija izskaidroja arvien vairāk un vairāk fizikālo parādību. Tā reducēja līdz mehānistiskiem priekšstatiem ne tikai gāzu likumus, bet arī mācību par gāzu siltumietilpību, atklāja iekšējās berzes mehānismu gāzēs, gāzu difūzijas parādību. Teorijas panākumi liecināja par to, ka tā ir auglīga teorija, bet šai laikā fizikā nebija izdarīti molekulāro lielumu — molekulu masas, izmēru un ātruma — eksperimentāli mērījumi.

Pamatojoties uz visu to, antiatomisti uzstājās ar asu atomu molekulārās hipotēzes kritiku. Bet kā iespējams izskaidrot fizikālās parādības, ja nebalstāmies uz atomu molekulāro hipotēzi?

No antiatomistu vidus izveidojās fiziku un ķīmiķu grupa, kura ieguva nosaukumu «enerģētiķi». Šīs grupas vadītājs bija vācu zinātnieks ideālists Ostvalds. «Enerģētiķi», kā to norāda jau pats grupas nosaukums, visa pamatā lika enerģiju un tikai ar tās izmaiņām centās izskaidrot visas fizikālās un ķīmiskās parādības.

Atomisti uzskatīja, ka ķermeņa enerģiju iespējams izteikt ar atomu un molekulu īpašībām, tas ir, visu enerģijas veidu pamatā likt mehānisko enerģiju, turpretī «enerģētiķi» pat necentās kaut kādā veidā izteikt enerģijas būtību, uzskatīja to par ērtu matemātisku simbolu, kas dod iespēju parādību aprakstīt. Atomistu un «enerģētiķu» uzskatu atšķirībā tādējādi atspoguļojās viņu pasaules uzskatu atšķirība.

Atomu molekulārās hipotēzes aizstāvji bija materiālisti; viņi uzskatīja, ka objektīvi pastāvošajā pasaulē ir savas

likumsakarības, kuras izzināt ir fizikas un citu zinātņu uzdevums. Šo pasauli veido atomi un molekulas, un pasaules likumsakarību skaidrojumam jābūt tādām, kas visu pasaules parādību pamatā liek atomu un molekulu kustību.

«Enerģētiķi» uzskatīja, ka zinātnes uzdevums nav vis izziņāt objektīvās pasaules likumsakarības, bet gan apkopot vienotā sistēmā zinātnieka sajūtas. Vai šī sistēma atbilst objektīvās pasaules likumiem, vai nē — tas nav būtiski. Saskaņā ar «enerģētiķu» koncepciju jēdziens «enerģija» paver ceļu uz šādu fiziķa sajūtu apkopošanu vienotā uzskatu sistēmā, tādēļ visa pamatā jāliek enerģija.

Daudzi «enerģētiķi» kļuva par agnostiķiem. Viņi uzskatīja, ka cilvēks nevar izziņāt dabas likumus, viņa prāts spēj vienīgi sistematizēt sajūtas, bet tas nekad nespēs atklāt sajūtu objektīvo cēloni. Daži no «enerģētiķiem» nolaidās līdz solipsismam — viņi vispār noliedza ārējās pasaules esamību. «Pasaule — tā ir manu sajūtu komplekss,» apgalvoja Ernsts Mahs, viens no ideālisma apoloģētiem zinātnē.

Starp atomistiem un antiatomistiem norisēja sīva cīņa. Šī cīņa risinājās gan zinātniskos žurnālos, gan universitāšu auditorijās. Dažkārt students, kurš bija noklausījies lekciju materiālistiskajā atomu un molekulu teorijā, pēc tam nodarbībās nokļuva pie «enerģētiķa», kas šķīla zibeņus pret atomiem un molekulām, paredzēdams tiem nākotni bibliotēku un arhīvu putekļos.

Skaidrs, ka Bolcmanis pat sava ieņemamā amata dēļ vien nevarēja palikt vienaldzīgs šīs cīņas vērotājs. Bet viņš nebūtu liels fiziķis, ja iekļautos cīņā bez degsmes vienīgi tādēļ, lai pildītu savu pienākumu. Tieši tas jau ir Bolcmaņa dzižums, ka viņš darbojās vienīgi zinātnes un patiesības interesēs. Šai cīņā viņš nekad neatkāpās.

Bolcmanis bija fiziķis materiālists. Viņš uzskatīja, ka pasaulē viss norisinās saskaņā ar noteiktiem likumiem, ka tiem pakļautas ne tikai fizikālās parādības, bet arī organis-

kās pasaules parādības. Tā, piemēram, viņš teica, ka darvinisms, kas atklāj organiskās pasaules likumsakarības, ir «labas zāles pret sliktu filozofiju». Objektīvi eksistējošās ārējās pasaules noliegšanu (solipsismu) Bolcmanis pasludīna par «vislielāko muļķību, kādu jebkad radījis cilvēka prāts». Protams, asā Maha kritika nevarēja neatspoguļoties divu Vīnes universitātes profesoru attiecībās, un laikam gan Bolcmaņa dzīve šai mācību iestādē nebija viegla un mierīga.

Zinātnieks bija pilnīgi pārliecināts, ka cilvēka prāts spēj izziņāt ārējo pasauli, izpētīt šīs pasaules likumsakarības un likt tām kalpot cilvēkam. Viņš uzskatīja, ka cilvēka psihe ir «matērijas fizikālo un ķīmisko spēku attīstības augstākā pakāpe, bet cilvēka domas — īstenības tēli». Turklāt viņš uzskatīja, ka īstenības atspoguļojumā domās vajag «iespējami mazāk ienest brīvā», no pieredzes neizrietošā, tomēr bez hipotēzēm domāšana nav iespējama. Teorijas galvenais uzdevums — dot sākotnējus pamatus un pastāvīgi pilnveidot īstenības atspoguļojumu domās. Par tādu auglīgu īstenības izskaidrošanas teoriju Bolcmanis uzskatīja molekulari kinētisko teoriju.

Viņš rakstīja: «Ātziņa par visu lietu pastāvēšanu mums rodas tikai no iespaidiem, kurus no šīm lietām iegūst mūsu maņu orgāni. Tādēļ zinātnes visbrīnīgākais triumfs ir tajā gadījumā, kad mums izdodas noteikt, ka eksistē liela grupa lietu, ko mēs gandrīz nemaz nevaram sajust... Pastāv tik sīki ķermeņi, kas, tikai savienojušies miljoniem kopā, spēj kairināt mūsu maņu orgānus. Mēs saucam tos par atomiem un molekulām.»

Visa Bolcmaņa dzīve no 1872. gada bija cīņa par atomu un molekulu teoriju. Liekas, ka zinātnieks savu programmu bija izstrādājis uzreiz. Iespējams, ka tā nav, ka viss izrietēja pakāpeniski cits no cita, bet Bolcmaņa darbi rodas saskaņoti, it kā plūst vienā gultnē un visi virzīti uz vienu

mērķi — uz molekulāri kinētiskās teorijas triumfu. Sakarā ar to jāatzīmē, ka visa Bolcmaņa zinātniskā darbība ir lieliska viņa paša izteiktā atzinuma ilustrācija. Viņš teicis: «Atsevišķs cilvēks var kļūt ļoti nozīmīgs tikai tad, ja viņš ir līdz galam uzticīgs kādai idejai.»

Ko tad paveica Bolcmanis, kā dēļ viņš kļuva slavens?

Viņš atklāja molekulu ātrumu sadalījuma likumsakarības daudzatomu gāzē un gāzu maisījumā. Maksvels izdarīja to pašu — tikai vienatoma gāzēm. Pēc tani zinātnieks noteica molekulu sadalījumu pēc ātrumiem gāzē, uz kuras molekulām iedarbojas ārējie spēki. Ar šiem diviem darbiem būtībā bija pabeigta molekulāri kinētiskās gāzu teorijas izstrādāšana.

Savu teoriju Bolcmanis pielietoja termodinamikas likumu izskaidrošanā. Sevišķi nozīmīgi ir viņa termodinamikas otrā principa pētījumi.

Līdz Bolcmanim termodinamika attīstījās bez jebkāda sakara ar molekulāri kinētisko teoriju. Termodinamikas principi izteica siltuma enerģijas pašas vispārīgākās īpašības. Saskaņā ar pirmo termodinamikas principu enerģijas nezūdamības likums attiecas arī uz siltuma parādībām, bet, tā kā molekulāri kinētiskā teorija izskaidroja, ka siltuma enerģija ir molekulu haotiskās kustības mehāniskā enerģija, tad pirmais termodinamikas princips tika izskaidrots mehānistiski.

Ar otru termodinamikas principu bija sliktāk. Saskaņā ar to siltuma parādības pašos pamatos atšķiras no mehāniskajām. Visas mehāniskās parādības ir atgriezeniskas. Tas nozīmē, ja mēs vienādojumos, kas apraksta mehānisku kustību, pie laika lieluma plusa zīmi nomainīsim ar mīnusa zīmi, procesa gaita kļūs pretēja. Zīmes maiņa nozīmē, ka mēs aplūkojam nevis ķermeņa vai ķermeņu sistēmas stāvokli nākotnē, bet gan pagātnē (attiecībā pret pašreizējo stāvokli).

Ja ķermenis no kaut kāda punkta A , kur tas atradās miera stāvoklī laika momentā $t_0=0$, sāk kustēties ar vienmērīgu paātrinājumu, tad tā noietais ceļš t sekundēs būs $\frac{at^2}{2}$, bet ātrums $v=at$. Ja mēs tagad mainīsim zīmi pie laika t , tad ķermeņa ātrums būs $v=-at$. Līdz apstāšanās brīdim ķermenis noies pretējā virzienā ceļu $\frac{at^2}{2}$ un no jauna nonāks punktā A . Citiem vārdiem sakot, procesa atgriezenība nozīmē, ka tas līdz ar laiku var norisināties gan tiešā, gan pretējā virzienā.

Izrādījās, ka siltuma procesiem nav tādu īpašību — tie ir neatgriezeniski. Trauks ar gāzi, kuras temperatūra ir augstāka par apkārtējā gaisa temperatūru, vienmēr atdzišīs, bet nekad nesasils līdz augstākai temperatūrai. Siltums var pāriet tikai no vairāk sasildīta ķermeņa uz mazāk sasildītu ķermeni, bet pretējs process nav iespējams. Šo siltuma enerģijas īpašību termodinamikai izdevās izteikt matemātikas formulā, kurā ietilpst kāda funkcija S , kas ieguvusi nosaukumu — entropija. Šīs funkcijas īpašība ir tā, ka katrā siltuma procesā, kas patiešām norisinās, tā pieaug un nekad nevar samazināties. Šīs funkcijas izteiksmi var atrast katram siltuma procesam, kas saistīts ar siltuma pāreju no viena ķermeņa uz otru. Tādēļ tā uzreiz dod atbildi uz jautājumu, vai aplūkojamais process dabiskos apstākļos varēs norisēt. Vajag aprēķināt entropijas lielumu S_1 procesa sākumā un S_2 procesa beigās; ja izrādās, ka $S_2 > S_1$, tad process var norisināties, bet, ja $S_2 < S_1$, tad tāds process dabiskos apstākļos nav iespējams. Tādēļ termodinamikas otrais princips bija formulēts šādi: entropija visos siltuma procesos pieaug.

Daži fiziķi šo principu attiecināja uz Visumu un nonāca pie šāda secinājuma: tā kā Visumā it visur siltums pāriet tikai no ķermeņiem ar augstāku temperatūru uz ķermeņiem

ar zemāku temperatūru, tad notiek pakāpeniska temperatūru izlīdzināšanās, un, kad visi ķermeņi sasniegs vienādu temperatūru, tālāka pāreja pārtrauksies, izbeigsies visi siltuma procesi, citiem vārdiem sakot, iestāsies Visuma siltuma nāve. Tādēļ šie zinātnieki termodinamikas otro principu formulēja šādi: Visums tiecas uz siltuma nāvi. Bolcmaņa laikā šis likums tika uzskatīts par pašu vispārīgāko dabas likumu.

No tāda termodinamikas stāvokļa izrietēja divi ļoti svarīgi secinājumi, kurus nekavējās izdarīt fiziķi un filozofi. Fiziķi sāka apgalvot, ka termodinamiku principā nav iespējams reducēt līdz mehānistiskiem priekšstatiem, jo siltuma parādības ir neatgriezeniskas, bet mehāniskās parādības atgriezeniskas. Tātad arī molekulāri kinētisko teoriju nevar izmantot siltuma parādību izskaidrošanai, tas ir, fizikas uzdevumu — dot visām parādībām mehānistisku izskaidrojumu — nevar realizēt.

Filozofi, kas piederēja pie ideālistiskā virziena, izdarīja šādu secinājumu: Visums pats no sevis nevarēja izkļūt no siltuma nāves, tātad kaut kas kādreiz to ir izvedis no šī stāvokļa, uzgriezis «pasaules pulksteņi», un nu tas iet, kamēr nav apstājies. Kas to varēja izdarīt? Acīm redzot, kāds spēks, kas nepakļaujas Visuma likumiem, tātad — dievs. Tādējādi centās atrast reliģijai «zinātnisku izskaidrojumu».

Tagad var izprast Bolcmaņa nostāju. Viņš uzreiz redzēja, ka ar šiem secinājumiem filozofi ideālisti un baznīcas kalpi spekulē uz zinātnes sasniegumu rēķina. Zinātniekam, kurš bija pārliecināts par to, ka pasaulē visas parādības ir izskaidrojamas, pamatojoties uz atomu un molekulu mehāniku, bija grūti pārdzīvot mehānistiskā uzskata par dabu sabrukumu.

Bolcmanis veltīja visus spēkus, lai termodinamikas otrajam principam dotu molekulāri kinētisku traktējumu. Un viņam tas izdevās! Izrādījās, ka gāzes entropija S ir pro-

porcionāla gāzes stāvokļa varbūtības ω naturālajam logaritmam:

$$S = k \ln \omega.$$

Šīs formulas atklāšana bija liela zinātnes uzvara. Zinātniekam izdevās pagaidām glābt no sabrukuma mehānisko pasaules uzskatu. No jauna, tiesa uz neilgu laiku, atjaunojās cerības, ka visu dabas zinātņu likumu pamatā tiks likta mehānika.

Vienlaikus Bolcmanis deva triecienu arī reliģijas aizstāvjiem. Tā kā termodinamikas otrais princips ir varbūtējs dabas likums, tad Visumā pats no sevis varēja rasties stāvoklis, kad novērojamas dažādas temperatūras, un, tā kā uz Zemes vairums gadījumos procesi dabā noved pie temperatūru izlīdzināšanās, tad pilnīgi skaidrs, ka zināmās vietās Visumā norisinās pretēji procesi, un tādēļ izteikumi par Visuma siltuma nāvi no fizikas viedokļa ir nepamatoti. Tātad «pasaules pulksteņa uzvilkšanai» dievs nav vajadzīgs. Bezgalīgā Visuma dažādās vietās tas pēc dabas likumiem «uzvelkas» pats.

Entropijas formula, ko atklājis izcilais zinātnieks, iecirsta viņa kapa pieminekli Vīnes kapsētā. Pēc fiziķa Zomerfelda izteicieniem, «tā it kā vienmēr no jauna ceļas augšup un lido kopā ar mākoņiem, kas slīd pāri lielā Bolcmaņa kapa vietai».

Zinātnieka varonību augstu novērtējis V. I. Ļeņins. Viņš rakstīja: «No vācu fiziķiem pret mahistisko virzienu sistemātiski cīnījās 1906. gadā mirušais Ludvigs Bolcmanis... viņa atziņas teorija savā būtībā ir materiālistiska...»¹

¹ V. I. Ļeņins. Raksti. 14. sējums, 267., 268. lpp.



FEROMAGNĒTISMA MEKLĒJUMOS

Aleksandrs Stoļetovs
(1839—1896)

Aleksandrs Stoļetovs dzimis 1839. gada 10. augustā Vladimīrā. Viņš cēlies no senas tirgotāju ģimenes, kura Jāņa Bargā laikā «par dumpību» tika izsūtīta uz Vladimīru. Ar mātes un vecāko brāļu palīdzību Stoļetovs ieguva labu izglītību. Viņš gandrīz no galvas zināja lielo krievu vārda mākslinieku darbus un pilnīgi pārvaldīja franču, vācu un angļu valodas. Saša Stoļetovs bija ļoti zinātkārs zēns, sevišķi viņš interesējās par mehānismiem un dažādiem fizikas aparātiem. Aleksandrs beidza ģimnāziju ar zelta medaļu, kas deva tiesības iestāties universitātē bez iestāju pārbaudījumiem.

1856. gadā Stoļetovu ieskaitīja Maskavas universitātē. Te parādījās viņa izcilās spējas un interese par matemātiku.

Tādēļ 1860. gadā pēc universitātes kursa beigšanas viņu kā vienu no labākajiem studentiem paturēja universitātē, lai viņš varētu sagatavoties profesora darbam.

1862. gadā Stoļetovs aizbrauca uz ārzemēm. Zinātniskajā komandējumā viņš bija trīsarpus gadus, strādāja Berlīnē pie fiziķa Magnusa un Heidelbergā pie Kirhofa, kas vēlāk nosauca Stoļetovu par vislabāko skolnieku. Šai laikā Kirhofa Vācijā bija slavens. Vācu fiziķim bija lieliski iekārtota laboratorija. Viņš ļoti iejutīgi izturējās pret jauno praktiķi, un pēdējais uz visiem laikiem saglabāja par viņu vislabākās atmiņas.

Pēc atgriešanās no ārzemēm Stoļetovs sāka mācīt fiziku Maskavas universitātē. Mācību sistēmā viņš ieviesa daudz ko jaunu — viņš demonstrēja lielu skaitu eksperimentu un organizēja fizikas praktikumu, kur studenti paši pārbaudīja galvenos fizikas likumus.

Stoļetova lekcijas apmeklēja ļoti labprāt, viņu klausīties ieradās arī studenti no citām fakultātēm. Saglabājušās Aleksandra Stoļetova laikabiedru Timirjazeva, Sokolova un Mihelsoņa atmiņas, kurās viņš attēlots kā brīnišķīgs lektors.

Daudzi no Stoļetova skolniekiem vēlāk kļuva par pazīstamiem zinātniekiem. «Krievu aviācijas tēvs» N. Zukovskis fiziku mācījās pie Aleksandra Stoļetova. Izcilais fiziķis teorētiķis Maskavas universitātes profesors N. Umovs darbojās zinātniskajā pulciņā, ko izveidoja un vadīja Stoļetovs. Plaši pazīstami bija Stoļetova skolnieku darbi, it īpaši N. Šillera pētījumi termodinamikā, V. Lugiņina — kalorimetrijā, N. Kasterina — par akustisko viļņu izplatīšanos. A. Sokolova grāmata par laboratorijas darbiem piedzīvojusi vairākus izdevumus arī mūsu dienās.

Daudz darba Aleksandrs Stoļetovs ieguldījis fizikas kabineta iekārtas komplektēšanā un papildināšanā. Universitātes kanceleja nelabprāt piešķīra naudu jaunu aparātu

iegādei, jo kabineta iekārtošanu uzskatīja par profesora iegribu. Par to, cik grūti Stoļetovam bija cīnīties ar zinātnes ierēdņiem, spilgti liecina šāds fakts. Fizikas kabinetam bija nepieciešama virpa. Profesors lūdza kanceleju piešķirt 300 rubļu virpas iegādei. Lūgumu noraidīja. Pēc mēneša Stoļetovs iesniedza jaunu pieprasījumu, kurā, izmantodams virpas nosaukumru vācu valodā «Drehbank», prasīja piešķirt 300 rubļu «precīza drēbanka» iegādei. Neizglītotie ierēdņi, kurus ietekmēja vārds «precīzs», piešķīra vajadzīgo summu.

Stoļetova nerimtīgā darbība, iekārtojot fizikas kabinetu, vainagojās ar uzvaru. Universitātē tika izveidots fizikas kabinets, kas nebija sliktāks par Rietumeiropas augstāko mācību iestāžu fizikas kabinetiem. Tas radīja iespēju gan uzlabot mācīšanas darbu, gan arī izvērst zinātnisko darbu un audzināt veselu krievu fiziķu paaudzi.

Stoļetovs vada fizikas katedru bez pārtraukuma līdz mūža beigām. Vienlaicīgi viņš ir Krievu dabas pētnieku biedrības priekšsēdētājs, veic lielu darbu Maskavas (tagad Vissavienības) politehniskā muzeja organizēšanā. Divas reizes viņš brauc uz ārzemēm, lai tur pārstāvētu Krieviju starptautiskajās izstādēs. Aizrobežu zemēs viņš bija ieguvis lielu autoritāti kā ievērojamākais elektrisko mērījumu speciālists.

1893. gadā Stoļetovu izvirza par Zinātņu akadēmijas locekļa kandidātu. Tomēr pēc Zinātņu akadēmijas prezidenta lielkņaza Romanova rīkojuma viņa kandidatūru izsvītro. Zināma loma bija arī tam apstāklim, ka universitātes profesoru vidū Stoļetovs izcēlās ar savu demokrātismu un labvēlīgu izturēšanos pret revolucionāri noskaņotiem studentiem.

1893. gada decembra beigās un 1894. gada janvāra sākumā Maskavā notika dabas pētnieku un ārstu kongress. Noslēguma sēdē profesors K. Timirjazevs, runājot par kongresa rezultātiem, teica: «Sekciju darbā izvirzījās kāda īpatnība, kas tika uzņemta ar vispārējām simpatijām, proti,

virksne izcilu ziņojumu un zinātnisku izstāžu. Pirmā vieta šai ziņā pēc vispārēja atzinuma jāpiešķir fizikas sekcijai. Pateicoties profesora Stoļetova nerimstošajai enerģijai un talantam un viņa enerģiskajiem un talantīgajiem līdzstrādniekiem, gan fizikas, gan arī citu sekciju locekļi varēja iepazīties ar virkni jaunāko eksperimentu, kurus tādā veidā var redzēt varbūt tikai divos trīs zinātnes centros Eiropā.»

Tiklīdz tika izrunāti šie vārdi, visi kongresa delegāti — vairāk nekā divi tūkstoši cilvēku piecēlās kājās un ar vētrainām ovācijām sveica ievērojamo zinātnieku. Vairākas minūtes zālē skanēja aplausi. Tā toreizējās Krievijas zinātnieki pauda savas simpātijas pret Stoļetovu sakarā ar «viņa majestātes» Zinātņu akadēmijas prezidenta izlēcienu.

Visu savu dzīvi Stoļetovs bija nenogurdināms darba rūķis. Aleksandra Stoļetova laikabiedri, kas pazinuši viņu personiski, savās atmiņās stāsta, ka zinātnieks bijis principiāls, godīgs, noteikts, izpalīdzīgs, stingrs prasībās pret sevi un darba biedriem.

Stoļetovs atstājis daudz zinātnisko darbu. Tos nosacīti var sadalīt trīs grupās. Daļā darbu aprakstīti viņa paša zinātniskie atklājumi, dažos — populārā veidā izklāstīti citu zinātnieku darbi un fakti no fizikas vēstures. Trešajā grupā ietilpst mācību grāmatas universitātei.

Mēs aplūkosim tikai Stoļetova paša atklājumus.

Savu pirmo zinātnisko darbu «Elektrostatikas vispārīgais uzdevums un tā reducēšana uz vienkāršāku gadījumu» Stoļetovs uzrakstīja ārzemēs. Krievijā šai laikā nebija fizikas laboratoriju. Darba būtība ir sekojoša.

Divi ķermeņi, kas uzlādēti ar elektrības lādiņiem, savstarpēji iedarbojas viens ar otru saskaņā ar Kūlona likumu. Savstarpēji iedarbojoties, elektriskie lādiņi uz ķermeņiem sadalās noteiktā veidā. Ja mēs pēc tam novietosim vienu no ķermeņiem zināmā attālumā, izmainīsies lādiņu savstarpējās iedarbības spēki un notiks to sadalījuma pār-

kārtošanās uz ķermeņu virsmas. Lādiņi izvietosies citādi. Elektrostatikas vispārīgais uzdevums ir, zinot ķermeņu formu un to savstarpējo izvietojumu, kā arī lādiņu lielumus uz katra ķermeņa, noteikt, kā sadalīsies lādiņi uz katra ķermeņa virsmas. Divu vadītāju gadījumā uzdevuma atrisinājumu deva angļu ģeometrs Morfi un fiziķis lords Kelvins.

Stoļetovs šo pašu uzdevumu atrisināja neierobežota vadītāja skaita gadījumā un iegūtās vispārīgās formulas pielietoja vadītājiem ar lodes formu. Tādējādi bija iespējams pārbaudīt to formulu pareizību, kas iegūtas, eksperimentāli nosakot lādiņu sadalījumu. Šis darbs bija Stoļetova maģistra disertācija. Viņš to spīdoši aizstāvēja un ieguva docenta vietu Maskavas universitātē.

Iepazinies ārzemēs ar fizikas attīstību, Stoļetovs saprata, ka par istu zinātnieku var kļūt, vienīgi pilnībā apgūstot eksperimentēšanas metodi. Taču veikt eksperimentālus pētījumus Maskavā nebija nekādas iespējas. Stoļetovs lūdza savam skolotājam Kirhofam atļauju strādāt viņa laboratorijā. Saņēmis labvēlīgu atbildi, Stoļetovs 1871. gadā no maija līdz novembrim strādāja Heidelbergā un atgriezās Maskavā ar gatavu eksperimentālo materiālu.

Stoļetova darbu sauca «Pētījumi par mīksta dzelzs magnetizēšanas funkciju». Tajā laikā ar šo problēmu neviens nenodarbojās. Bija zināms, — ja dzelzs stienim uztin izolētu vadu un pa vadu laiž elektrisko strāvu, stienis magnetizējas. Tādā veidā magnetizējas arī dažas citas vielas. Visas šīs vielas sāka saukt par feromagnētiskām vielām. Bet līdz Stoļetovam nebija zināms, kā mainās magnetizēšanās atkarībā no strāvas stipruma. Stoļetovs nolēma šo jautājumu izpētīt eksperimentāli.

Agrāk ar strāvu magnetizēja tikai dzelzs stieņus. Lai iegūtu homogēnu magnētisko lauku, Stoļetovs saviem eksperimentiem izvēlējās nevis stieni, bet gan dzelzs gredzenu. Viņa ierīces shēma bija sekojoša. No elementu bate-

rijas strāva caur reostatu un pārslēdzēju nonāk dzelzs gredzena tinumā. Uz šī paša gredzena atrodas arī otrs tinums, kura gali pieslēgti ļoti jutīgam galvanometram. Momentā, kad pirmajā tinumā ieslēdz strāvu, dzelzs gredzens magnetizējas. Tā magnētiskās spēka līnijas iet cauri otram tinumam, kurā rodas īslaicīga indukcijas strāva, kas noslēdzas caur spoguļgalvanometru. Spoguļgalvanometra gaismas zaķīša pārvietošanās ir lielāka, ja intensīvāk strāva magnetizē gredzenu.

Tādējādi, mainot magnetizējošo strāvu, varēja noteikt, kādā mērā dzelzs magnetizējusies. Stoļetovs atklāja, ka magnetizēšanās pakāpe nav proporcionāla strāvas stiprumam. Sākumā tā strauji aug, bet, palielinot strāvas stiprumu, izmainās arvien mazāk un mazāk un, beidzot, pie noteikta strāvas stipruma, kļūst nemainīga. Tālākā strāvas stipruma palielināšana neizraisa magnetizēšanās pieaugumu.

Dažādas šķirnes dzelzs magnetizējas dažādi: viena šķirne magnetizējas ļoti ātri, cita šķirne — lēnāk, bet pie liela magnetizējošās strāvas stipruma visu šķirņu dzelzs sasniedz tādu magnetizēšanās pakāpi, kura, palielinot strāvas stiprumu, paliek nemainīga.

Šis Stoļetova darbs ir nozīmīgs no teorijas viedokļa, bet elektrotehnikā tam ir sevišķi liela praktiska nozīme. Mūsu dienās viņa izstrādātā metode likta to pētīšanas tehnisko paņēmieni pamatā, kas izzina dzelzs, čuguna un tērauda magnētiskās īpašības, bet šos metālus lieto dzinēju, generatoru un transformatoru būvēšanai.

Disertācijas nobeigumā zinātnieks rakstīja: «... dzelzs magnetizēšanas funkciju izpēte var būt praktiski svarīga, ierīkojot un izmantojot gan elektromagnētiskos dzinējus, gan arī tās jauna veida magnetoelektriskās mašīnas, kurās magnetizēšanai ir galvenā loma (N. Vailda, Simensa, Ladda un citu ierīces). Zināt dzelzs īpašības, kas attiecas uz spēju

islaicīgi magnetizēties, šeit ir tikpat svarīgi, cik nepieciešami ir tvaika mašīnu teorijā iepazīties ar tvaika īpašībām. Tikai zinot šīs īpašības, mēs varam spriest par visizdevīgāko līdzīgas ierīces konstrukciju un iepriekš aprēķināt tās lietderību.»

Par šo darbu Stoļetovam tika piešķirts doktora grāds un profesora nosaukums.

Tomēr visievērojamākais Stoļetova darbs, ar kuru viņš kļuva pazīstams visā pasaulē, ir fotoelektriskā efekta pētījumi, kurus viņš veica savā laboratorijā no 1888. gada līdz 1890. gadam un publicēja ar nosaukumu «Aktīvo elektriskie pētījumi». Lai pienācīgi novērtētu zinātnieka darbu, pietiek minēt, ka tajā laikā vēl nebija atklāts elektrons, nebija arī teorijas, kas izskaidrotu, ka elektriskā strāva metālos un gāzēs ir elektronu un jonu kustība.

Stoļetova pētījumos noteikti ne tikai galvenie fotoelektrisko parādību likumi, bet arī svarīgākie likumi un parādības, kas novērojamas, strāvai izlādējoties gāzēs.

Zinātnieks izstrādāja fotoelektrisko parādību novērošanas metodi, kas tiek izmantota arī mūsdienās. Šīs metodes vienkāršība un milzīgā precizitāte pārsteidz vēl šodien. Tās būtība sekojoša. Kondensatora viena pulēta cinka plāksnīte caur galvanometru savienota ar baterijas negatīvo polu. Pozitīvo polu pievieno otrai plāksnītei, kurai ir metāla sietiņa veids. Caur sietiņu kondensatora plāksnīti apgaismo ar elektriskā loka stariem.

Tagad ir zināms, ka elektriskā loka gaisma no cinka plāksnītes izrauj elektronus, tie dodas uz pozitīvi uzlādēto sietiņu, un tādēļ caur galvanometru plūst elektriskā fotostrāva. Nekā nezinādams par elektroniem, Stoļetovs eksperimentālā ceļā atklāja šādas fotostrāvas likumsakarības:

1. Stari, kas nāk no elektriskā loka uz negatīvi uzlādēto cinka plāksnīti, izrauj no tās elektrisko lādiņu, kurš nokļūst uz sietiņa un rada ķēdē elektrisko strāvu. Stari lādiņu «aiz-

rauj» tikai no negatīvās plāksnītes, pozitīvā plāksnīte lādīņu nezaudē.

2. Ja ķermenis iepriekš nav ar elektrību uzlādēts, tad elektriskā loka staru ietekmē tas uzlādējas pozitīvi.

3. Ne visiem stariem piemīt spēja izlādēt. Vislielākā spēja izlādēt ir stariem, kam ir visīsākie viļņi. Jo vairāk šādu staru ir elektriskā loka spektrā, jo spēcīgāka to fotoelektriskā darbība.

4. Visiem metāliem ir gandrīz vienāds fotoefekts, pārējie ķermeņi uz gaismas stariem reaģē dažādi. Sevišķi ievērojams fotoefekts ir dažām krāsvielām (anilīna krāsām).

5. Fotostrāva plūst tūlīt pēc apgaismošanas. Stoļetovs atklāja šo parādību (fotostrāvas inerces trūkumu) ar precizitāti līdz vienai sekundes tūkstošdaļai. Mūsu dienās šī parādība pārbaudīta ar precizitāti līdz vienai sekundes trīsmiljarddaļai.

6. Izlādēšanās ir proporcionāla to aktīvo staru enerģijai, kas nonāk uz plāksnītes virsmas.

7. Fotoefekts pieaug, ja paaugstina izlādējamās plāksnītes temperatūru.

Lielākā daļa likumsakarību, ko atklāja Stoļetovs, zinātnei arvien attīstoties, tika vairākkārt atzītas par pareizām un tām bija svarīga loma teorētiskā fizikā. Uz šīm likumsakarībām pamatojas mūsdienu mācība par fotoelektrību, kā arī fotoelementi, ko plaši izmanto mūsu tautas saimniecībā un daudzās zinātnes nozarēs.

Mēs neaplūkosit citus Stoļetova darbus, kas saistīti ar elektrības mērvienību noteikšanu. Atgādināsim tikai, ka pretestības mērvienība — oms, pieņemts pēc Aleksandra Stoļetova priekšlikuma.

Tāpat svarīgi ir atzīmēt, ka izcilais krievu zinātnieks pētnieks uzrakstījis lieliskas mācību grāmatas akustikā un optikā. Tās savu nozīmi nav zaudējušas līdz mūsu dienām.

Stoļetova vārds mūsu zemē iemūžināts daudzu zinātnisku iestāžu nosaukumos. Vladimirā viņa vārdā nosaukta iela. Izdots pilns viņa darbu sakopojums.

Aleksandrs Stoļetovs — cildens, nesamierināms cīnītājs par progresīvām idejām, par zinātnes godu, īsts tautas pārstāvis. Viņa vārds padomju cilvēkiem ir dārgs.

ELEKTRONU TEORIJA RADĪTĀJS

Hendrihs Lorencs
(1853—1928)



Zinātnes pasaulē, tāpat kā visās cilvēka darbības un atlieksmju sfērās, mēdz būt savas traģēdijas. «Tā ir drāma, ideju drāma,» par mūsdienu fizikas vēsturi teicis lielais fiziķis Alberts Einšteins. Istim zinātniekam tāda drāma nozīmē to pašu, ko skopajam bruņiniekam zaudēt savas dārglietas.

Viens no tādiem zinātniekiem, kura zinātniskā darbība noveda līdz dramatiskai kolīzijai, bija nīderlandiešu fiziķis Hendrihs Lorencs.

Lorencs dzimis 1853. gadā nelielā Nīderlandes pilsētiņā Arnhemā. 1875. gadā viņš beidza Leidenes universitāti un līdz 1878. gadam strādāja par skolotāju savā dzimtajā pilsētiņā. Šai gadā viņu uzaicināja par profesoru Leidenes universitātē. Tur Lorencs nostrādāja 45 gadus. 1923. gadā

viņu nozīmēja par pētniecības institūta direktoru Hārlemā, Leidenes priekšpilsētā, kur viņš arī dzīvoja līdz nāvei.

Lorenca dzīve visiem likās laimīga un mierpilna. Viņš, varētu teikt, bija likteņa luteklis. Vēl līdz mācībām universitātē Hendrihs apguva franču, vācu un angļu valodas un katrā no tām vēlākajos gados brīvi varēja rakstīt zinātniskos apcerējumus. Nešaubīdamies viņš izvēlējās fizika profesiju un jau 22 gadu vecumā, beidzis universitāti, aizstāvēja doktora disertāciju. Jaunā zinātnieka disertācija tika iespiesta žurnālā un padarīja slavenu viņa vārdu.

Ar saviem darbiem Lorencs bija pazīstams zinātnes pasaulē. Viņu vairākkārt uzaicināja lasīt lekcijas Vācijā, Francijā, Anglijā, Amerikā. Zinātnieka darbus tulkoja daudzās valodās, tos iespieda gan zinātniskos, gan arī populārzinātniskos žurnālos un izdevumos, tajā skaitā arī krievu žurnālos un izdevumos. Uz viņa piecdesmit gadu jubileju Leidenē sabrauca zinātnieki no daudzām zemēm. Lorencs nomira septiņdesmitpiektajā mūža gadā, būdams ievērojams zinātnieks, visu cienīts cilvēks un pilsonis, kurš ierakstījis savu vārdu fizikas vēsturē. Kādreiz viņš pats izteicies: «Es biju laimīgs un uzskatīju, ka esmu devis savu ieguldījumu zinātnes iekarojumu stabilajā fondā.»

Lorencs dzīvoja ārēji mierīgu zinātnieka dzīvi. Viņš tik ļoti bija nodevis zinātnei, ka neievēroja sociālās pārmaiņas, kas norisinājās pasaulē. Viņa dzīvē it kā nebija nekā tāda, kas atgādinātu dramatisku situāciju. Tomēr Lorenca traģēdija nobrieda. Tā sasniedza savu kulmināciju viņa pēdējos ārēji mierīgās dzīves gados.

Laikā, kad Lorencs ienāca zinātnē, tajā valdīja Ņūtona mehānika, kas atzina ķermeņu savstarpējo iedarbību no attāluma (**actio in distans**). Prestatā šai mācībai Lorenca tautietis Kristians Heigenss fizikā ieviesa jēdzienu par visu aptverošu vidi — ēteru un ar to izskaidroja iedarbību no

attāluma: ķermeņi ierosina ēterā svārstības, kas, tajā izplatoties, nonāk pie cita ķermeņa un iedarbojas uz to. Tādā veidā pēc Heigensa ķermeņu savstarpējā iedarbība norisinās nevis tukšā telpā, bet gan vidē, kas piepilda šo telpu.

Fizikai izvirzās uzdevums pētīt šīs vides īpašības. Ar to sāk nodarboties virkne ievērojamu fiziķu. Koši uzskata, ka ēteru veido pavisam mazi atomi. Lodžs aprēķina ētera blīvumu. Faradejs to attēlo tādu caurulīšu veidā, kas spējīgas izstiepties un radīt spiedienu cita uz citu un kas līdzīgas cieši saspīestām gumijas caurulītēm. Maksvels, pamatojoties uz šiem priekšstatiem, izstrādā teoriju par elektromagnētiskajiem laukiem ēterā.

Lorencs, tāpat kā daudzi tā laika zinātnieki, bija pārliecināts, ka ēters patiesi eksistē. Viņu nesamulsināja pat pretrunas, kas radās fizikā pēc ētera jēdziena ieviešanas, piemēram tas, ka ēteru vajadzēja uzskatīt par cietu vielu, jo tajā ir tikai šķērsviļņi, bet tādi viļņi var būt tikai cietos ķermeņos.

Savas zinātniskās darbības sākumā Lorencs bija pārliecināts, ka ēters ir tāds pats materiāls ķermenis kā visi pasaules ķermeņi un ka visi ķermeņu savstarpējās iedarbības jautājumi, konkrēti — jautājumi par gaismas plūsmu caur ēteru un ķermeņiem, ir reducējami uz Ņūtona mehāniku, izmantojot šais procesos Maksvela teorijas vienādojumus. Pūliņi veikt šo uzdevumu ievada viņa neatlaidīgo ilggadējo darbību. Lorencs disertācija veltīta jautājumiem par gaismas atstarošanu un laušanu uz robežas starp divām caurspīdīgām vidēm. Tajā šīs parādības aplūkotas no Maksvela vienādojumu viedokļa. Gaismas atstarošanas un laušanas likumus Lorencs reducē līdz vienkāršiem mehānistiskiem secinājumiem, kas iegūstami no Maksvela vienādojumiem.

Panākumu spārnots, Lorencs uzsāk tālākus jau daudz dziļākus elektromagnētiskā lauka pētījumus. 1878. gadā viņš izveido tā saucamo elektronu teoriju. Tajā zinātnieku

interesē ne vairs tikai jautājums par ētera īpašībām un elektromagnētiskā lauka likumi ēterā, bet viņu nemitīgi urda doma par šo lauku izcelšanos, par to avotiem. Lorencs uzskata, ka jebkura ķermeņa molekulas veido elektriski uzlādētas daļiņas. To lādiņi ir vienādi pēc lieluma, bet ar pretējām zīmēm. Ar šīm daļiņām Lorencam bija iespējams izskaidrot (atkal pamatojoties uz Maksvela teoriju) vairāku tādu formāli fizikā ieviestu lielumu fizikālo būtību kā dielektriskā caurlaidība, magnētiskā caurlaidība, siltumvadītspēja. Viņš pat atklāja likumu, kas saista vielas elektrovadītspēju ar tās siltumvadītspēju. Vēsts par šo darbu izplatījās visās zinātniskajās iestādēs. Pēc diviem gadiem, 1880. gadā, zinātnieks izskaidro gaismas dispersiju un izrisina ievērojamo formulu (Lorenca formulu), kas saista vielas laušanas koeficientu ar tās blīvumu un dielektrisko caurlaidību. Lorenca teorētisko paredzējumu pareizību apliecina eksperimenti.

Pieņemot, ka lādiņi molekulās spēj izdarīt svārstību kustības, Lorencs teorētiski paredz parādību, ko tikai pēc 15 gadiem (1896. gadā) atklāja nīderlandiešu fiziķis Zēmanis, proti, spektrālo liniju sašķelšanos magnētiskajā laukā divās vai trīs komponentēs. Lorenca idejas triumfē.

Bet 1881. gadā amerikāņu fiziķis Maikelsons, kuru mūdina tā pati ideja, kas Lorencu (pielietot Maksvela vienādojumus optikā), secināja, ka, izpētot gaismas izplatīšanos Zemes kustības ap Sauli virzienā un pretējā virzienā, var atrast atbildi uz jautājumu, vai gaismas izplatīšanās ātrums ir atkarīgs no gaismas avota kustības. No Ņūtona mehānikas izrietēja, ka gaismas ātrumam, kas tiek mērīts gaismas avota kustības virzienā, jābūt mazākam par ātrumu, kas tiek mērīts pretējā virzienā.

Maikelsons izdara eksperimentu. Tā rezultāts pārsteidz fiziķus, arī Lorencu. Izrādās, ka gaismas kustības ātrums nepavisam nav atkarīgs no gaismas avota kustības. Tas

jau ir drāmas sākums — kā tā, kādēļ? Varbūt nepareiza Ņūtona mehānika, varbūt nepareizi Maksvela vienādojumi, varbūt... varbūt pasaulē ētera nemaz nav? Teorija tikai tā var izskaidrot Maikelsona eksperimenta rezultātu.

Lorencs nevar pieņemt nevienu no šiem izskaidrojumiem. Pēc viņa uzskatiem pasaule pastāv un tā pakļaujas tikai Ņūtona mehānikai. Bet amerikāņu fiziķa eksperiments skaidrojams ar kaut kādām jaunām, vēl nezināmām matērijas īpašībām. Zinātnieks nomierinās un ar visu viņam piemītošo precizitāti sāk meklēt šo jauno matērijas īpašību. Meklējumi kļūst par viņa dzīves mērķi.

1895. gadā Lorencs publicē savu klasisko darbu «Elektromagnētiskās un optiskās parādības ķermeņos, kas atrodas kustībā», kurā noteikts galvenais virziens — parādīt, ka Maikelsona eksperimenta negatīvais rezultāts izriet no Maksvela vienādojumiem un no priekšstatiem par elektrisko lādiņu esamību. Bet tikai vēl pēc desmit gadiem darbā «Elektromagnētiskās parādības sistēmā, kas kustas ar jebkuru ātrumu, kurš mazāks par gaismas ātrumu» Lorencs parādīja, ka visās sistēmās, kas kustas ar vienmērīgu ātrumu taisnā virzienā, gaismas ātrums ir pastāvīgs lielums, kas nav atkarīgs no gaismas avota kustības. Tādēļ Maikelsona eksperiments šo atkarību nevarēja izskaidrot.

Lorencs svinēja uzvaru — savu un Ņūtona. Taču tā bija Pira uzvara! Pirmkārt, nācās teorijā ieviest hipotētiskus, pagaidām vēl eksperimentāli neatklātus diskrētus elektriskos lādiņus. Otrkārt, viņš ieviesa tēzi, ka dabā sastopama tā saucamā «kontraktā» ķermeņu izmēru saīsināšanās to kustības virzienā. Bez šīs saīsināšanās Lorenca elektronu teorija un Maksvela vienādojumi nevarēja pierādīt, ka gaismas ātrums ir konstants. Izrādījās, ka ķermeņu izmēru saīsināšanās stipri atkarīga no to kustības ātruma. Zinātnieks noteica šo atkarību. Bet tam nācās ieviest savu, «vietējo» laiku tādiem ķermeņiem, kas atrodas kustībā. Arī šis

laiks bija atkarīgs no kustības ātruma. Lorencs ieguva kustībā esoša ķermeņa un tā «vietējā» laika koordināšu pārveidošanas (transformācijas) formulas. Šīs formulas arī mūsdienās dēvē par Lorencu formulām.

Lorencu atklājumi bija triumsfs fizikas zinātnē. Būtībā tieši šie atklājumi atrisināja visus jautājumus, ko izvirzīja Maikelsona eksperiments. Atbilde izrādījās ļoti vienkārša: ir pareiza gan Ņūtona mehānika, gan eksistē nekustīgs ēters, gan saglabājas molekulu elektriskie lādiņi, un visus šķēršļus novērš Lorencu teorija un Maksvela vienādojumi. Tiesa, nācās pieņemt, ka notiek kustībā esošu ķermeņu izmēru saīsināšanās. Taču, pirmkārt, tā ir ļoti niecīga un var kļūt kaut cik ievērojama tikai pie ātrumiem, kas ļoti tuvi gaismas ātrumam, un, otrkārt, tā ir tikai viena no ķermeņu īpašībām, kas līdz šim bija nezināma, bet tagad tika iepazīta. Tā nerada izmaiņas Ņūtona mehānikā, un ar to viegli sadzīvo. Zinātnē jau tādēļ arī pastāv, lai pētītu apkārtējo pasauli un atrastu tajā jauno.

Lorencu slava aug. Universitātēs tiek organizēts jauns lekciju kurss «Lorencu elektronu teorija». Iepazīšanās ar šo teoriju kā pašu jaunāko sasniegumu dabaszinātnēs obligāta visiem studentiem.

Taču drāma birst. Aizsteidzas uzvaras svētku stundas. 1905. gadā Alberts Einšteins publicē darbu, kurā izklāsta relativitātes teorijas pamatus. Viņš iegūst tos pašus rezultātus, ko Lorencs, pat vairāk. Bet Einšteinam izejas principi pavisam citi. Viņš izraida no fizikas ēteru. Kādēļ vajadzīga tāda hipotētiska un pēc savām īpašībām pretrunīga vide? Tālāk Einšteins apgalvo, ka Ņūtona mehānika ir tikai pirmais pakāpiens uz precīzu mehāniku. Tā pareiza tikai tādiem ķermeņiem, kuri kustas ar ātrumiem, kas, salīdzinot ar gaismas ātrumu, ir mazi. Lielo ātrumu pasaulei vajadzīga cita mehānika, kas loģiski izriet no pieņēmuma, ka telpa un laiks ir nevis nemainīgi, bet gan mainās atkarībā no ma-

teriālo ķermeņu izvietojuma tajā. Pati telpa ir elektromagnētisko spēku darbības lauks, bet tās īpašībām jābūt atkarīgām no tajā pastāvošajiem laukiem un spēkiem. Ja vēl pie visa tā pievieno apgalvojumu, ka dabā nevar būt ātruma, kas lielāks par gaismas ātrumu, tad no jaunās mehānikas iegūst gan Lorenca formulas, gan visus viņa secinājumus, gan kustībā esošu ķermeņu saisināšanos, gan daudz citu tikpat paradoksālu atzinumu. Lorenca slavu aizēno Einšteina slava — visi žurnāli, pat satīriskie, apspriež jauno teoriju.

Lorenca drāmas pamatā, protams, nav tas apstāklis, ka kāds nostāties viņa ceļā. Viņš saprot, ka zinātnei jāattīstās. Te nav runa par personisko prestižu, neviens nenoliedz Lorenca nopelnus, un viņš kā arvien paliek pasaules fiziķu pirmajās rindās. Pārdzīvojumu pamatā ir Ņūtona mehānikas krahs, tās mehānikas krahs, kas līdz 20. gadsimtam bija «svētumu svētums». Irst mehānistiskais pasaules uzskats un līdz ar to arī visa Lorenca uzskatu sistēma. Izvirzās kardinālais jautājums — kur patiesība? Kādēļ var iegūt vienus un tos pašus rezultātus, pamatojoties uz dažādiem principiem? Tā beidzas drāmas otrais posms.

Bet šis krahs neskāra Lorenca elektronu teoriju. Elektriskie lādiņi — mazas ar elektrību uzlādētas lodītes — vēl pastāv, tiesā, pagaidām tikai teorijā. Šie lādiņi ir Lorenca mierinājums. Kas zina, varbūt elektronu teorijas tālāka attīstība spēs parādīt relativitātes teorijas maldīgumu un viss atkal būs kā iepriekš.

Lorencs turpina strādāt, lai attīstītu un tālāk pielietotu elektronu teoriju.

1896. gadā Zēmanis, ievietojot magnētiskajā laukā nātrija tvaikus, pētīja spektrā sadalītus starus, ko izstaro šie tvaiki. Nātrija tvaiku spektrā pati raksturīgākā ir dzeltenā līnija. Tieši šo līniju novēroja Zēmanis. Viņš atklāja, ka šī līnija, ja to aplūko virzienā, kas ir perpendikulārs magnētiskā

lauka virzienam, sadalās trīs komponentēs. Ja šo līniju aplūko virzienā, kas ir paralēls magnētiskā lauka spēka līnijām, tad redzams, ka tā sadalās tikai divās komponentēs. Šī parādība ieguva nosaukumu — normālais Zēmaņa efekts. Pamatojoties uz savu teoriju, Lorencs lieliski izskaidro Zēmaņa efekta likumsakarību, ar lielu uzmanību seko mēģinājumiem eksperimentālā ceļā atklāt elektrības lādiņa diskretumu katodstaros, apsveic pirmo atoma uzbūves teoriju, ko radīja viņa domubiedrs Dž. Tomsons. Pēc šīs teorijas elektroni ir ieslēgti atoma ķermenī, kas uzlādēts pozitīvi. Zinātnes attīstība it kā apstiprina elektronu teorijas patiesumu. Tomēr arī te aug dramatiska kolīzija, sākas Lorenca drāmas trešais posms.

Atbilstoši Lorenca elektronu teorijai un saskaņā ar Maksvela vienādojumiem rotējošam elektronam jāizstaro ēterā enerģija, radot tajā elektromagnētisko lauku. Tas nozīmē, ka elektrona enerģijai un tā rotācijas orbītas rādiusam pakāpeniski jāsamazinās. Citiem vārdiem sakot, elektrons nevar atrasties kaut kur ārpus atoma ķermeņa. No šī viedokļa Tomsona teorija apstiprināja Lorenca elektronu teoriju.

1911. gadā angļu fiziķis Rezerfords, pamatojoties uz saviem eksperimentiem, iesaka Tomsona atoma modeļa vietā ņemt planetāro atoma modeli. Kaut gan šķiet, ka elektronam neizbēgami jākrīt uz kodolu, elektrons tomēr griežas ap to. Kādēļ notiek šī elektrodinamikas likumu pārkāpšana? Tā vēl divus gadus palika neuzminēta mīkla. Bet 1913. gadā dāņu fiziķis Bors atoma uzbūves skaidrojumā iesaistīja kvantu teoriju. So teoriju, kas radās 1900. gadā, neraugoties uz tās lielajiem panākumiem, daudzi zinātnieki vēl arvien uzskatīja par kuriozu, par uzjautriņošu joku. Bora mācībā kvantu teorija uzreiz iekaroja sev paliekošu vietu. Iedomājieties tikai! Tā taču izskaidro ne tikai alfa daļiņu ceļu caur atomu, bet arī visu elementu periodisko sistēmu un visas parādības, kas saistītas ar saules gaismas sadalījumu

spektrā. Šī teorija izskaidroja desmitiem zinātnes mīklu, turklāt pati gandrīz palikdama mīklaina. Tā aizliedza elektronam izstarot enerģiju tajā laikā, kamēr tas riņķo pa Bora orbītu ap kodolu, un prasīja enerģiju izstarot momentā, kad elektrons pāriet no vienas orbītas uz citu. Bez tam enerģija jāizstaro nevis elektromagnētiskā viļņa veidā, bet gan pa daļām, kvantiem, atsevišķām porcijām, ko vēlāk nosauca par fotoniem.

Sabruka Maksvela elektrodinamikas un Lorenca elektronu teorijas pamati. Radās jauna fizikas nozare — kvantu mehānika. Turpmāk tā sāk pārvaldīt visus elektriskos lādījumus un atomu daļiņas. Trieciens pēc trieciena jāpārdzīvo Lorenkam, kurš sācis novecot. Drīz arī pats elektrons Debroljī pārvēršas par izplūdušu mākonīti, bet pēc tam slēpjas tajā laikā vēl miglā tītajos Šrēdingera vienādojumos un kļīst pa Heizenberga matricu meža biezokņiem. Ap 1925. gadu izveidojas jauna mehānika — kvantu mehānika, mūsdienu fizikas elementāro fizikālo daļiņu valdniece. Visi Lorenca uzskati sagrauti: zinātnē nav vietas mehānistiskajam pasaules uzskatam, to nomaina dialektiskais materiālisms. Lorencs, viens no fizikas patriarhiem, nespēj piemēroties jaunajiem uzskatiem. Ar skumjām viņš vēro sagrauto ēku, kuras celšanai veltījis visu savu dzīvi. Tā beidzas drāmas trešais posms.

Ceturtais posms ilgst trīs gadus. Sirmgalvis Hendrihs Lorencs mokoši cenšas izprast jauno fiziku, taču viņš to nespēj. Mehānistiskais pasaules uzskats pārāk dziļi iesakņojies viņā, tas neļauj izprast jauno fiziku, tās dialektiku. Pavisam vientuļi zinātnieks nodzīvo pēdējos gadus. Jau 1924. gadā viņš pats raksturo savas drāmas ceturtnā posma rezultātus: «Šodien, izklāstot elektromagnētisko teoriju, es apgalvoju, ka elektrons, kustoties pa orbītu, izstaro enerģiju, bet rīt es tajā pašā auditorijā sacīšu, ka elektrons, griežoties ap kodolu, enerģiju nezaudē. Kur ir patiesība? Vai par

to var izteikt divus apgalvojumus, kas viens otru izslēdz? Vai mēs vispār esam spējīgi izzināt patiesību, un vai ir kāda jēga nodoties zinātnei? Es esmu pazaudējis pārlicību, ka mana zinātniskā darbība bija ceļš uz objektīvo patiesību, un es nezinu, kādēļ esmu dzīvojis. Žēl, ka nedomāju pirms pieciem gadiem, kad man viss vēl likās esam skaidrs.»

Būtībā Lorencam nebija jāpadodas izmisumam. Viņa elektronu teorija gan neizturēja laika pārbaudi, toties šīs teorijas pedagoģiskā nozīme saglabājusies līdz mūsu dienām un dzīvos vēl ilgi: tā valda vidusskolas fizikas kursā, kur gandrīz visa mācība par elektrību tiek aplūkota no Lorencas elektronu teorijas viedokļa. Bez tam Lorencs bija slavens kā relativitātes teorijas autora Einšteina priēsgājējs, tādēļ viņa vārds uz visiem laikiem iegājis fizikas vēsturē. Savā virzībā uz priekšu cilvēce nekad neaizmirst uzvarētos gara milžus, pie kuriem vēsture pieskaitījusi arī Hendrihu Lorencu.

ELEKTRONA ATKLĀJĒJS UN APRAKSTĪTĀJS

Džozefs Tomsons
(1856—1940)



Džozefs Tomsons pieder pie 19. gadsimta pēdējā ceturkšņa un 20. gadsimta pirmā ceturkšņa angļu fiziķu lieliskās plejādes, kas, pamatojoties uz Maksvela mantojumu, soli pa solim padziļināja viņa idejas un attiecināja tās uz arvien lielāku daudzumu visdažādāko parādību. Džozefa Tomsona vārdu var likt blakus tādu zinātnieku vārdiem kā viņa uzvārda brālis Viljams Tomsons (lords Kelvins), lords Relejs u. c.

Tāpat kā viņa laikabiedrs Lorencs, Tomsons visu savu dzīvi aizsargāja Ņūtona mehāniku no jaunām teorijām, kas ar saviem atzinumiem gribēja apgāzt veco. Atšķirībā no Lorenca, kurš savas dzīves beigu posmā izprata, ka jauno nav iespējams atspēkot, Tomsons līdz pat pēdējai 84 gadus

garā mūža dienai bija pārliecināts, ka klasiskā fizika izturēs visas nedienas un pārbaudījumus un gūs virsroku pār visiem «modernajiem» virzieniem zinātnē. Dziļā pārliecība par to, ka relativitātes teorija un kvantu mehānika ir tikai atsevišķi etapi attīstībā un ka jauno teoriju «triki» pēc dažiem desmitiem gadu tiks atmaskoti, deva viņiem spēkus eksperimentēt pat pēdējos dzīves gados.

Tagad mēs zinām, ka Tomsonam nebija taisnība, zinām, ka viņa laikā notika klasiskās fizikas pamatprincipu laušana, mehānistiskā pasaules uzskata aizstāšana ar dialektisko un ka pareiza šī procesa izpratne būtu varējusi novērst daudzu neauglīgu darbu un nepareizu spriedumu rašanos. Bet angļu zinātnieku aizrāva klasiskās fizikas uzvaras gājiens 19. gadsimtā. Viņš neatzina citus zinātnes attīstības ceļus un tādēļ neatlaidīgi aizstāvēja savus uzskatus kā cīnītājs, kas pārliecināts par savu taisnību. Iespējams, ka Tomsons būtu varējis dot fizikai daudz vairāk, nekā ir devis, ja viņš būtu gājis kopsolī ar jaunajām idejām. Taču viņš ir pietiekami daudz paveicis, lai viņa vārds ieietu vēsturē.

Džozefs Tomsons dzimis nelielā Mančesteras priekšpilsētā Četēmā, kur beidzis arī vidusskolu un Ouensa koledžu. Šai koledžā neieguva augstāko izglītību, jo tur bija tikai tā saucamās universitātes sagatavošanas klases. Tādēļ Tomsons 1876. gadā iestājās Triniti koledžā Kembridžā.

Te viņš sastopas ar pirmo un vienīgo neveiksmi — viņš neiztur iestāju eksāmenu elementārajā matemātikā, kaut gan augstākajā matemātikā atbild lieliski.

Pēc gada Tomsons teicami noliek visus eksāmenus. Triniti koledžā viņš mācās četrus gadus, un pēc tā beigšanas jaunekli atstāj darbā šai pašā mācību iestādē.

No pašām pirmajām dienām Tomsons, kurš bija ieskaitīts Maksvela dibinātās slavenās Kavendiša zinātniskās pētniecības laboratorijas štatos, iekļaujas darbā. Šai laboratorijā

Tomsons nostrādājis visu mūžu. 1884. gadā viņu iecel par tās direktoru. Piecdesmit gadu vecumā viņš kļūst par Nobeļa prēmijas laureātu. 1919. gadā viņu izraugās par Triniti koledžas rektoru, bet pēc pieciem gadiem Anglijas valdība Tomsonam piešķir goda nosaukumu, un no šī laika viņš, parakstot dokumentus, uzvārdam pievieno mazo vārdu *sir*. Zemi posta karu vētras, tiek gāztas valdības, notiek revolūcijas, bet Tomsons kā arvien katru dienu dodas uz savu Triniti koledžu. Un tā visus 64 gadus. Tepat viņš arī astoņdesmit ceturtajā dzīves gadā nomirst. Sakarā ar šo notikumu daudzos pasaules zinātniskajos žurnālos tika iespiesti raksti par Tomsona dzīvi un darbību. Tajos Tomsons tēlots kā cilvēks un kā zinātnieks.

Tomsonam piemita daudz brīnišķīgu īpašību. Visu savu mūžu viņš bija optimists, kas uzskatīja, ka dzīvot ir laime. Viņš sevi pieskaitīja pie vislaimīgākajiem cilvēkiem pasaulē. Grāmatā «Atmiņas un pārdomas» par savu dzīvi viņš saka: «Es izjūtu . . ., cik savā dzīvē esmu bijis laimīgs. Man bija labi vecāki, labi skolotāji, labi biedri, labi skolnieki, labi draugi — bagātīgs labvēlīgu apstākļu kopums, liela veiksmē un stipra veselība.»

Sešdesmit gadus Tomsons ne reizes nebija bijis pie ārsta. Visu savu laiku zinātnieks pavadīja vai nu darbā, vai arī ģimenē, ko viņš ļoti mīlēja. Vienīgais viņa atpūtas veids bija darbs mazajā dārziņā pie mājas.

Atšķirībā no citiem zinātniekiem Tomsons nemīlēja lasīt. Iepazīnies ar jaunu zinātnisku atklājumu, viņš tālāk nesevoja literatūrai un nekad nekrāja apskatus. Zinātnieks uzskatīja, ka labāk ir pašam domāt par atklātā fakta būtību, par tā fizikālo dabu un parādības mehānismu. «Daudzu cilvēku prāts,» viņš teica, «kļūst tālredzīgāks tad, kad viņi domā, bet ne tik tālredzīgs tad, kad viņi lasa.» Patstāvīgā domāšana pavēra viņam iespēju dziļāk un sīkāk izprast to vai citu problēmu, paplašināja viņa redzesloku zinātnes

jautājumos. Taču šis pats apstākļis dažkārt novirzīja zinātnieku no pareizā ceļa, un tad Tomsons radīja nepamatotas, pufantastiskas teorijas, kas galu galā tikpat tika apgāztas.

Lielski Tomsons jutās skolnieku vidū. Vēl nekad Kaven-diša laboratorijā nebija bijis tik daudz cilvēku, kas gatavojās zinātniskajai darbībai, kā Tomsona laikā. Viņam piemita kaut kāda īpaša spēja nekļūdīgi noteikt nākamās talantus. Pietiek pateikt, ka zinātnieka skolnieki bijuši Rezerfords, Lanževēns, Vilsons, Astons, Taunsends un viņa dēls Džordžs Tomsons. Trīs viņa skolnieki kļuvuši Nobela prēmijas laureāti, divdesmit divi bijuši Londonas Karaliskās biedrības locekļi (tas apmēram atbilst akadēmiķa nosaukumam), piecdesmit vadījuši katedras dažādās universitātēs. Jau šis uzskaitījums vien rāda, ka izcilā zinātnieka darbība pieminama ar cieņu.

Raksturīgas Tomsona īpašības bija nenogurdināmība darbā, interese par visu jauno fizikas laukā, pastāvīga cenšanās visu eksperimentāli pārbaudīt un prasme pašam izdarīt visprecīzākos mēģinājumus.

Savā ilgajā mūžā Tomsons piedzīvoja neredzētu zinātnes un tehnikas uzplaukumu. Viņš rakstīja: «Kad es biju zēns, nebija ne velosipēdu, ne automobiļu, ne lidmašīnu, ne elektriskās gaismas, ne telefona, ne radio. Nebija gramofonu, nebija elektrotehnikas un rentgenogrammu, nebija kino un nebija arī baktēriju, vismaz tādu, ko atzitu ārsti.» Tas viss un vēl daudz kas cits, līdz pat atomenerģijai un matērijas struktūras visdziļākajai izpētei, radās Tomsona dzīves laikā. Visu viņš centās izprast un apgūt tādā mērā, lai spētu patstāvīgi radoši strādāt fizikas zinātnē, kas arī strauji attīstījās.

Tādēļ nav nekāds brīnums, ka Tomsona zinātnisko darbu tematika ir plaša. Viņš izmanto Maksvela teoriju dažādu parādību skaidrošanai, pēta katodstarus, atklāj elektronu, izskaidro rentgenstaru izcelšanos, izstudē fotoefektu, izlā-

dēšanas gāzēs un izveido elektrona uzbūves teoriju. Ne visas viņa teorijas izturēja laika pārbaudi, bet katrā no tām izcilais dabas pētnieks devis savu ieguldījumu. Un visam cauri kā sarkans pavediens vijas viena ideja, viena tieksme — jebkuru parādību reducēt uz Ņūtona mehāniku.

Pastāstīsim par dažiem, pašiem svarīgākajiem Tomsona pētījumiem. Viens no tādiem darbiem ir elektrona atklāšana eksperimentālā ceļā. Līdz angļu fiziķa eksperimentālajiem pētījumiem elektrons fizikā pastāvēja teorētiski. To 1891. gadā bija ieviesis fiziķis Stonejs. Taču viņš ar terminu «elektrons» saprata katru tālāk nedalāmu elektrisko lādiņu — gan pozitīvu, gan negatīvu. Viņš arī uzskatīja, ka šie lādiņi nav atdalāmi no atomiem un ka tie parādās tikai ķīmisku mijiedarbību procesos.

Elektrisko lādiņu teoriju attīstīja Lorencs. Fiziķi savos darbos plaši izlietoja elementārā elektriskā lādiņa jēdzienu, bet viņi nevarēja iedomāties, ka pasaulē eksistē daļiņa, kas ir mazāka par vielas atomu.

Katodstaru pētījumi, kas tika izdarīti līdz 1897. gadam, rādīja, ka katodstari ir uzlādēti ar negatīvu elektrību un ka tie nav neviena no tām vielām, kādas tajā laikā pazina ķīmiķi. Šie stari bija īsta mīkla, un gadījās, ka to atminēja Tomsons. Viņš pētīja katodstaru gaitu caur elektriskajiem un magnētiskajiem laukiem un to noliekšanos šais laukos. Analizējot savus pētījumus un priekšgājēju eksperimentus, zinātnieks nonāca pie neapgāžama secinājuma, ka katodstari nav ne elektromagnētiskie viļņi, ne gāze, ne metālu atomi, ne arī kādi citi ķīmiski elementi. Tie ir daļiņas, kas mazākas par vismazāko atomu. Tomsons bija spiests izdarīt tam laikam neredzēti pārdrošu secinājumu, ka bez zināmo ķīmisko elementu atomiem dabā pastāv līdz šim nepazīta daļiņa, kas ir ievērojami mazāka par ūdeņraža atomu un uzlādēta ar negatīvu elektrisko lādiņu. Šī daļiņa tad arī ir elektrons, bet katodstari ir elektronu plūsma. Tā kā šīs

daļiņas izlido no dažādiem katodiem, tad tām jābūt visu atomu sastāvā. Tādējādi katra elementa atoms nav visvienkārša nedalāma daļiņa, kā to līdz šim apgalvoja visi fiziķi, bet tam ir sarežģīta struktūra. Ja no tā izlido negatīvi uzlādētas daļiņas, kas veido katodstarus, tad atlikušajai atoma daļai jābūt pozitīvi uzlādētai, jo atoms kopumā ir elektriski neitrāls.

Lai saprastu visu Tomsona secinājuma neparastību, nepieciešams iedomāties stāvokli tā laika fizikā un ķīmijā. Ķīmijā cieši nostiprinājās atomu teorija. Bija stingri noteikts, ka pastāv vismazākie, tālāk nedalāmie elementu atomi. Tos sauca par pasaules ēkas ķieģeļiem. Atklāja, ka visās ķīmiskajās reakcijās elementu atomi vienmēr paliek nemainīgi. Fiziķi sīki izstrādāja atomu kustības mehāniku gāzēs — tā saucamo molekulāri kinētisko teoriju, kas tika plaši izmantota praksē. Zinātnieki bija sākuši izstrādāt šķidrums un cietu ķermeņu molekulāri kinētisko teoriju. Viņi sprieda apmēram tā: pēc dažiem gadiem, kad būs pabeigta šķidrums un cietu ķermeņu molekulāri kinētiskās teorijas izstrādāšana, fiziķi zinās, kā no molekulām un atomiem veidoti šķidrums un cieti ķermeņi, bet ķīmiķi zinās visu ķīmisko savienojumu likumus. Viss kļūs zināms; katru procesu, kas norisinās dabā, varēs izteikt matemātiski mehānikas vienādojumu veidā. Zinātnieki uzzinās VISU, un tālāka fizikas un ķīmijas attīstība būtībā apstāsies. Šai faktā parādīsies cilvēka prāta varenība, jo tas pratīs visu dabas daudzveidību ietvert dažās matemātiskās izteiksmēs.

Un pēkšņi — atoms ir dalāms, tam ir sarežģīta uzbūve, no tā atdalās daļiņas ar negatīvu lādiņu, bet atlikums uzlādēts ar pozitīvu lādiņu. Tas ir vecās fizikas krahs, revolūcija zinātnē un apziņā. Un apvērsums jāizdara cilvēkam, kuram svešas revolucionāras tieksmes, kurš ir klasiskās fizikas aizstāvis un apoloģēts.

Nē vienu vien bezmiega nakti pārlaida Tomsons, domā-

dams par katodstariem. Viņu mocīja šaubas: varbūt vajadzētu stāstīt zinātniekiem par saviem atklājumiem, varbūt tomēr vēlreiz visus faktus pārdomāt un censties tos iekļaut ierastajā uzskatu sistēmā? Bet ja nu spriedumos kaut kur ir kļūda, ko viņš nav pamanījis?

Taču tas viss ne pie kā nenoveda. Tomsona secinājumi bija vienīgie, kādus, pamatojoties uz loģikas likumiem, varēja izdarīt. Un zinātnieks atrada sevī spēku nostāties pret uzskatiem, kas bija iesakņojušies. Lūk, kā par to raksta viņš pats: «Es pieņēmu uzskatu, ka visu atomu sastāvā ir šīs mazās daļiņas un ka tās no atomiem var izsist ar elektriskiem līdzekļiem, ar augstu temperatūru vai rentgenstariem. Sākumā bija ļoti maz to, kas ticēja, ka pastāv tādi mazi ķermeņi, kuri mazāki par atomiem. Vēlāk es bieži stāstīju par kādu ievērojamu fiziķi, kurš toreiz klausījās manu lekciju Karaliskajā institūtā un uzskatīja, ka es visus gribu apmūļot. Es par tādu attieksmi nebiju pārsteigts, jo pats savu pētījumu rezultātus izskaidroju ar nepatiku un tikai pēc tam, kad pārliecinājos, ka nav iespējams izvairīties no secinājuma par tādu ķermeņu esamību, kas mazāki par atomu.»

Vēsts par Tomsona pētījumiem izplatījās visā pasaulē. Ar viņa atklājumu mācībā par elektrību sākās jauns attīstības posms. Tūlīt pat pazuda noslēpumainie elektriskie šķidrumi, fluīdi, ar ko bija pārpilnas tā laika mācību grāmatas. Šis atklājums iznīcināja robežu starp fiziku un ķīmiju, jo parādīja, ka ķīmisko elementu valence un visas ķīmiskās reakcijas ir atkarīgas tikai no elektroniem.

Bet šis pats atklājums ieviesa zinātnē arī jaunas mīklas un neskaidrus jautājumus: kādi ir elektrona izmēri, tā masa; vai visu elektronu lādiņi ir vienādi; kā veidots atoms no pozitīviem un negatīviem elektriskajiem lādiņiem; kāda ir elektronu loma dabā? Pēc elektrona atklāšanas desmit gadu laikā parādījās simtiem darbu, kas bija veltīti jaunajai daļiņai.

Pats Tomsons uztraucās vienīgi par to, ka viņa atklājums ir tik neparasts. Viņš nevarēja nopietni domāt par to, ka šī mazā daļiņa pēc dažiem gadiem sagraus visu klasiskās fizikas stalto ēku un ierobežos Ņūtona mehānikas pielietojuma sfēru. Kā katrs īsts zinātnieks, kam ir plašs redzesloks un domu dziļums, Tomsons saprata, ka pasaulē vēl ir daudz jauna, neatklāta. Tādēļ viņš drīz vien kļuva par sava atklājuma propagandētāju. Bet zinātnieks vienmēr bija pārliecināts, ka elektrons visādā veidā pakļaujas Ņūtona mehānikai un Maksvela elektrodinamikai. Pamatojoties uz to, viņš eksperimentēja un radīja jaunas teorijas, kas saistītas ar elektronu.

1897. gadā Tomsons izmērija elektrona īpatnējo lādiņu (tā sauc elektronu lādiņa attiecību pret elektrona masu — $\frac{e}{m}$). Šai nolūkā viņš laida katodstarus caur elektrisko un magnētisko lauku un ieguva elektrona īpatnējā lādiņa lielumu. Šie eksperimenti deva tajā laikā apbrīnojamus rezultātus. Izrādījās, ka elektronu plūsmas ātrums Tomsona eksperimentos bija 0,08—0,4 gaismas ātruma, t. i., ap 120 000 kilometru sekundē. Elektrona īpatnējais lādiņš tāpat izrādījās ārkārtīgi liels — ap 230 miljonu kulonu uz gramu. Šie Tomsona eksperimenti atzīti par klasiskiem, un to apraksti atrodami daudzās fizikas mācību grāmatās.

1881. gadā, vēl līdz savam sensacionālajam atklājumam, Tomsons uzrakstīja darbu «Par elektriskajām un magnētiskajām parādībām, kas norisinās, elektrizētiem ķermeņiem kustoties». Šai pētījumā viņš secina, ka saskaņā ar Ņūtona mehāniku un Maksvela elektrodinamiku uzlādētas daļiņas masai kustībā jāpieaug. Pēc viņa domām masas nezūdamības likums šai gadījumā netiek pārkāpts, jo kustībā daļa ētera pievienojas ķermenim un tā masa pieaug. Šo masas pieaugumu zinātnieks nosauca par ķermeņa elektromagnētisko masu. Vācu zinātnieka Kaufmaņa katodstaru pētījumi,

kas tika izdarīti 21 gadu pēc angļu fiziķa darba publicēšanas, apstiprināja Tomsona teorētisko pētījumu pareizību.

1911. gadā Tomsons rada pasaulē pirmo atoma modeli. Viņš attēlo atomu kā matērijas lodīti, kurā atrodas elektroni. Lodītē elektroni var izdarīt svārstību kustības, kuru rezultātā atomu aptveršošajā ēterā rodas gaismas viļņi. Šis no mūsdienu viedokļa naivais modelis savā veidā izskaidroja gan gaismas rašanos, gan ķīmisko elementu valenci. Bet, galvenais, tas pilnīgi pamatojās uz Ņūtona mehāniku.

No 1925. gada līdz 1929. gadam Tomsons piedalās Debroljī teorijas un Devisona un Džermera eksperimentu apspriešanā. Franču fiziķa Debroljī teorija par elektronu viļņveida īpašībām un amerikāņu zinātnieku Devisona un Džermera eksperimenti, kuros tika iegūta elektronu difrakcija, satrauca visu zinātnes pasauli. Atklātās elektronu viļņveida īpašības nesaskan ar Ņūtona mehāniku, un Šrēdingers un Heizenbergs rada jaunu mehāniku — kvantu mehāniku. Bet Tomsons to neatzīst, viņš neatzīst arī Bora atoma teoriju un Einšteina relativitātes teoriju. Pretstatā šīm mācībām viņš veido savu elektrona uzbūves teoriju, kas līdzīga Rezerforda atoma teorijai.

Viņš izskaidro elektronu difrakciju no Ņūtona mehānikas viedokļa. Kaut gan šī teorija izrādījās aplama un palika vienīgi zinātnes vēsturē, Tomsona nopelns ir tas, ka viņš pirmais izvirzīja jautājumu par elektrona uzbūvi. Šo problēmu zinātnieki risina arī šodien.

Savā publiskajā lekcijā «Aiz elektrona robežas» Tomsons izteicis vērtīgas domas par fizikas attīstību: «Varbūt daudzi no jums grib man jautāt, vai vajadzētu pārkāpt elektrona robežu, vai nebūs iets par tālu. Vai nevajadzētu kaut kur apstāties?»

Tieši tā jau ir fizikas burvība, ka tajā nav stingru, nepārkāpjamu robežu. Tajā katrs atklājums nav augstākā kalna smaile, bet gan tikai aleja, kas ved uz vēl neizpētītu zemi.

Lai cik ilgi arī pastāvētu zinātne, vienmēr būs neatrisinātu problēmu pārpilnība un fiziķiem nekad darba netrūks.»

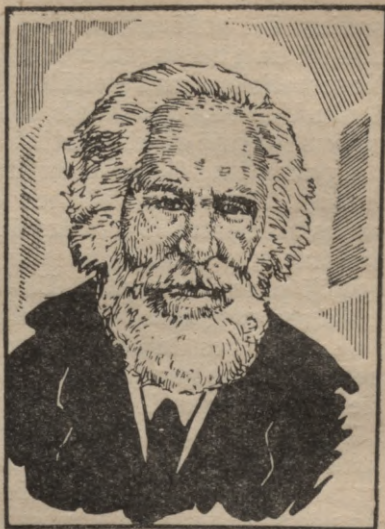
Sis izteikums liecina, ka Tomsons, palikdams visu mūžu mehānistiskā materiālisma pozīcijās, kaut kur bija tuvu izziņas procesa dialektiskajai izpratnei.

Tomsona nopelns ir tas, ka viņš atklāja daļiņu uzbūves jaunu pētīšanas metodi — parabolu metodi, ar kuru var sadalīt daļiņas pēc to masām, kad tās iet caur elektrisko lauku un magnētisko lauku. Šī metode noveda pie izotopu atklāšanas. Tomsons izskaidroja rentgenstaru rašanos. Fizikas mācību grāmatu autori vēl tagad izmanto viņa izskaidrojumu.

Izcilā zinātnieka nopelni elektrona atklāšanas jomā uz visiem laikiem iegājuši fizikā. Pats Tomsons vienmēr paliks fizikā kā pēdējais no tiem, kas visus spēkus veltījuši mehānistiskā pasaules uzskata aizstāvēšanai. Objektīvi spriežot, Tomsons ar saviem atklājumiem devis relativitātes teorijas un kvantu mehānikas eksperimentālu pamatojumu.

ENERĢIJAS PLŪSMAS PĒTNIEKŠ

Nikolajs Umovs
(1846—1915)



1874. gadā Maskavas universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē tika apspriesta disertācija, kura saucās «Vienādojumi, kas raksturo enerģijas kustību ķermeņos». Izrādījās, ka disertāciju grūti saprast. Tajā tika runāts par ne-parastām lietām — par nesajūtamām vidēm, par enerģijas plūsmām, par to, ka potenciālo enerģiju var uzskatīt par kustības enerģiju. Fakultāte par speciālo oponentu izraudzījās vienu no vadošajiem fizikas profesoriem — A. Stoļetovu.

Disertantu universitātē labi pazina, jo viņš visu laiku bija te mācījies un pēc universitātes beigšanas tika šeit patūrēts, lai gatavotos kļūt par mācību spēku. Tāpat padomes locekļi zināja, ka disertants Nikolajs Umovs pirms diviem

gadiem šai pašā universitātē aizstāvēja maģistra disertāciju un ka viņš tagad ir teorētiskās fizikas docents Odesas Novorosijskas universitātē. A. Stoļetovs labi pazina studentu Umovu, jo pēdējais bija klausījies viņa lekciju kursu matemātiskajā elektrostatikā.

Oponenti nebija pret zinātniskā grāda piešķiršanu disertantam, tomēr visi trīs par disertāciju deva negatīvu atsauksmi. Disertācijas aizstāvēšana izvērās par vētrainu zinātnisku diskusiju, jo tika pretnostatīti pretēji ieskati, pretēji pasaules uzskati. Disputa turpinājās sešas stundas. Līdzīgos gadījumos tā nekad nebija bijis.

A. Stoļetovs un citi oponenti bija fiziķi materiālisti. Viņi nešaubījās ne par fizikas likumu pareizību, ne arī par to, ka šie likumi patiesi atspoguļo reālo pasauli. Taču viņi bija ņūtonieši un uzskatīja, ka ķermeņi savstarpēji iedarbojas tukšā telpā. Katru fizikas uzdevumu viņi centās reducēt uz dotajā gadījumā darbojošos spēku lielumu aprēķināšanu. Ar vārdu «enerģija» viņi saprata nevis fizikālu substanci, bet tikai ķermeņa matemātisku raksturojumu. No viņu viedokļa pārvietoties var tikai ķermeņi, ķermeņa daļa, atsevišķa molekula, bet ne enerģija.

Umovs turpretī savā disertācijā runā par enerģijas kustību, uzskatīdams to par kaut ko tādu, kas eksistē patstāvīgi. Pēc Umova uzskata, šī kustība notiek kaut kādā nesataustāmā un neredzamā vidē. Tas viss šķita nereāli, īstenībai neatbilstoši, ideālistiski. Oponenti nevarēja izprast jaunās idejas. Bet disertants no šīm idejām tīri matemātiski ieguva dažus vienādojumus, kuri konkrētos gadījumos deva neapstrīdami pareizus rezultātus. Tā, piemēram, viņš ieguva elektrisko lādiņu savstarpējās iedarbības likumu, elektrisko strāvu savstarpējās iedarbības likumus, magnētisko polu savstarpējās iedarbības likumu. Visi šie likumi bija atklāti agrāk eksperimentālā ceļā.

Padomes locekļi pārliecinājās, ka jaunās idejas, ko viņi

nesaprot un neatzīst, dod praktiskus rezultātus. Tātad nebija pārlicinoša pamata šaubīties par disertanta secinājumu, ka, viļņiem izplatoties elastīgā vidē, to enerģija pārvietojas viļņa frontes (stara) izplatīšanās virzienā un enerģijas daudzums, kas iziet caur virsmas vienību laika vienībā, vienāds ar viļņa spiediena un tā kustības ātruma reizinājumu. Acīm redzot, arī šis secinājums ir pareizs un disertantam jāpiešķir fizikas un matemātikas zinātņu doktora grāds.

Lai arī zinātniskais grāds tika piešķirts, Umovs atstāja apspriedi pavisam nomākts. Viņš domāja par to, cik grūti atbrīvoties no konservatīvisma domāšanā, par to, ka grūti rodas jauna ideja, bet vēl grūtāk par šīs idejas patiesumu ir pārlicināt citus.

Tikai pēc desmit gadiem, kad tādus pašus secinājumus par enerģijas kustību izdarīja arī angļu fiziķis Pointings, Umova darbs guva vispārēju atzinību. Enerģijas daudzumu, kas vienā sekundē iziet caur virsmas vienību, nosauca par Umova-Pointinga vektoru. Šis lielums ir viens no svarīgākajiem jebkura tāda spēku lauka raksturotājiem, kurā notiek enerģijas pārvietošanās. Umova vārds tika ierakstīts fizikas vēsturē.

Idejām, ko risinājis Nikolajs Umovs, nebija gadījuma raksturs, tās izrietēja no visas zinātnieka iepriekšējās darbības.

N. Umovs dzimis Simbirskas ārsta ģimenē. Viņa tēvs bija muižnieka Naumova un dzimtzemnieces dēls. Umova vec-tēvs dabūja cara atļauju dot saviem bērniem uzvārdu ja ne Naumovs, tad vismaz Umovs. Viņš nodrošināja tiem labu izglītību, bet atstāja gandrīz bez kādiem līdzekļiem. Gadu pēc Nikolaja Umova piedzimšanas ģimene pārcēlās uz Maskavu. Umovs ieguva labu izglītību, iemācījās vairākas svešvalodas.

Gadu pēc doktora disertācijas aizstāvēšanas Umovu ievēlēja par Novorosijskas universitātes profesoru, un šai

amatā viņš nostrādāja līdz 1893. gadam. Odesā tajā laikā strādāja nākamie ievērojamie zinātnieki fiziologs I. Sečenovs un mikrobiologs I. Mečnikovs. Jaunais Umovs tūlīt sadraudzējās ar viņiem, un pilsētā drīz vien izveidojās «draudzīgais pulciņš». Sečenovs to raksturo šādi: «Nākamajā (1882.) gadā sāka veidoties draudzīgais pulciņš, kura dēļ es milu Odesu līdz pat šim laikam. Darba cilvēku draudzīgajam pulciņam ģimenes pavards tikpat nepieciešams kā silts un mājīgs stūritis nogurušajam... Par tādu visus apvienojošu pulciņa pavardu kļuva Umovu dzīvoklis. Namatēvs izrādījās ne vien ļoti laipns, bet arī sevišķi viesmīlīgs, namamāte bija pati sirsnība, es biju kā tēvocis, kas vēl nav paspējis novecot, bet pulciņa dvēsele bija I. Mečnikovs... Mūsu pulciņš universitātē izveidoja it kā atsevišķu grupu, ko raksturoja šāda attieksme: mēs netiecāmieš pēc dekāna vai rektora amatiem, necentāmieš universitātē iekārtot savus radniekus, negājām pie kuratora ne ar sūdzībām, ne ar lūgumiem, kā to darija diezgan daudzi... Dzīvojam mēs klusi... rītos — darbs laboratorijā, vakaros — lielāko tiesu draudzīgas pārrunas mūsu pulciņā utt.»

Biedriskā atmosfēra mājās un darbā labvēlīgi ietekmēja Umova zinātnisko un pedagoģisko darbību. Viņu interese uzdevums par elektrisko strāvu sadalījumu uz vadītāja virsmas. So uzdevumu plakanām virsmām atrisināja vācu fiziķis Kirhofs un lodveida un cilindriskajām virsmām — Bolcmanis. Umovs turpretī to risināja pašā vispārīgākā veidā un atrada vienādojumus, no kuriem izriet strāvu sadalījums uz jebkuras virsmas.

Kad Umovs bija uzkrājis pedagoģisko pieredzi, viņš uzrakstīja mācību grāmatu matemātiskajā fizikā (tā toreiz sauca teorētisko fiziku). Tas bija jauns un grūts darbs, jo tāda zinātne vēl tikai radās un pieredzes mācību grāmatu veidošanā gandrīz nekādas nebija.

1893. gadā Umovu uzaicina strādāt Maskavas universi-

tātē. Trīs gadus pēc fizikas katedras vadītāja A. Stoļetova nāves Nikolaju Umovu izraugās viņa vietā.

Umovs uzrakstīja virkni darbu, kuri veltīti fizikas vispārējās attīstības jautājumiem un kuros skaidri izpaužas zinātnieka pasaules uzskats. Šais darbos viņš izsakās kā materiālists.

Savas zinātniskās darbības sākumā Umovs bija karteziānisma virziena piekritējs fizikā. Franču filozofs un fiziķis Dekarts (ši virziena nodibinātājs) atšķirībā no Ņūtona uzskatīja, ka dabā eksistē tikai matērija un tās kustība kā matērijas pārvietošanās telpā. Viņš centās visas matērijas īpašības izteikt ar tās virzes un rotācijas kustību.

Būdams Dekarta piekritējs, Umovs tāpat raudzījās uz pasauli ar mehānistiskā materiālista acīm. Tādēļ viņam bija noraidoša attieksme pret Maksvela ģeniālo darbu «Traktāts par elektrību un magnētismu», kurā gaismas parādības tika izskaidrotas nevis ar mehāniskām ētera svārstībām, bet gan ar elektromagnētisko viļņu izplatīšanos ēterā. Umovs ar ironiju rakstīja, ka šai teorijā «izskaidrojuma vietā paliek vienīgi formulas, kas uzrakstītas uz bezgalīga pergamenta, kas plešas pāri Visumam».

Taču elektrodinamikas turpmākais progress, tās praktiskie sasniegumi, kvantu fizikas rašanās un atoma teorijas attīstība lika Umovam pārskatīt savu mehānistisko pasaules uzskatu. No zinātnieka runas «Mūsdienu dabas zinātniskās domas raksturīgākās linijas», ko viņš teica 1911. gada II Mendeļejeva kongresā, redzams, ka gan elektrodinamiku, gan relativitātes teoriju viņš sācis izprast materiālistiski. Viņš runā par enerģijas materializēšanu, par to, ka jaunā fizika liecina nevis par «zinātnes bankrotu», kā to apgalvoja fiziķi ideālisti, bet gan par tās tālāku attīstību. Vēl skaidrāk šī pārliecība par zinātnes progresu izteikta runā «Atoma evolūcija», ko Umovs sagatavoja un gribēja teikt 1905. gada 12. janvārī universitātes padomes sēdē.

Sakarā ar strādnieku apšaušanu 9. janvārī Umova runa palika neteikta.

Tajā atrodami šādi brīnišķi vārdi: «Noslēdzot aizgājušos gadsimtus, kas aizsteigušies spraigā cilvēces domas darbībā, mēs uzskatījām, ka zinātne jau strādā dabas visaplēptākajās dzīlēs. Izrādās, ka mēs visu laiku pētījām tikai pasaules ēkas ārsienu. Mūsu priekšā ir jauns, milzīgs uzdevums: atoma fizika un ķīmija — mikrofizikas un mikroķīmija. Un šis uzdevums mums ir tāds pats, kāds bija zinātnieku uzdevums pētīt elektrību pirms diviem gadsimtiem, kad zināja tikai to, ka saberzēta sveķu nūjiņa pievelk vieglu priekšmetu. Jaunajā nozarē eksperimentēt grūti, jo tehnika, kas nepieciešama zinātniskajiem eksperimentiem, ir vāja. Pagaidām vienīgais ceļš ir novērošana un novērošanas metožu pilnveidošana. Un, ja mēs salīdzinām elektrību, kas ir mūsu priekam, ar elektrību, kas kalpo cilvēkam, tad jā-saka, ka tādus panākumus mums jāgaida divu tuvāko gadsimtu laikā.

Atoma iekšējās pasaules dzīve atklāj mums īpašības un likumus, kas atšķiras no tiem, kas veido veco, jau seno fiziku.

Vai virs mums neskan vilšanās stigas? Mēs jau bijām nonākuši pie patiesības, mēs to satvērām, bet negaidot tā no mums atvirzījās nenosakāmā tūlumā.

Jā. Bet mēs atklājām, ka fizikas uzdevums nav tikai aprakstīt parādības un atrast sakarus, kas tās vieno, proti, atklāt likumus. Ar savu eksperimentālo un teorētisko metožu spēku fizika tuvina mūs vienotai realitātei, kas atrodas tālu aiz taustāmā robežas.

Mēs vēlreiz apzinājam patiesības varenumu un neaizsniedzamo skaistumu, un šī apziņa ir zinātniskās domas nepārtrauktas attīstības un nedziestošas dzīvības ķīla.»

Strādādams Maskavas universitātē, Nikolajs Umovs lielu uzmanību veltīja arī sabiedriskajai darbībai. Viņš daudz no-

pūļies, lai dabūtu līdzekļus fizikas korpusa celšanai, bija Maskavas dabas pētnieku biedrības prezidents, universitātes pedagogiskās biedrības dibinātājs un loceklis un šīs biedrības fizikas un ķīmijas nodaļas priekšsēdētājs, viņš rediģējo progresīvo žurnālu «Naučnoje slovo», lasīja lekcijas skolotājiem.

Kā cilvēks Umovs bija maigs, smalkjūtīgs, sabiedrīks, bet stingrs lietās, kas skāra morāles principus. I. Mečnikovs par viņu raksta: «Nevarēja būt ne runas par to, ka kaut kādu praktisku mērķu dēļ šī skaidrā personība atkāptos no savas pārliecības. Lūk, kādēļ N. U. ļoti ātri iemantoja savu tuvāko cilvēku mīlestību un pat pretinieku cieņu.»

Šo raksturojumu Umovs apstiprināja, aiziedams no universitātes. 1911. gadā cara valdība nozīmēja universitātē policijas uzraudzību. Uzliesmoja studentu nemieri. Atbildot uz tiem, izglītības ministrs Kaso panāca, ka ministru padome apstiprināja lēmumu aizliegt studentu sapulces. Sasūtusi par šādu rīcību, universitātes vadība iesniedza valdībai oficiālu protestu. Kaso atļaida rektoru un divus profesorus. Protestēdama pret patvaldības reakcionāro politiku un solidarizējoties ar represētajiem, liela grupa pro-esoru iesniedza ziņojumu par aiziešanu no universitātes. Starp šiem pasniedzējiem bija arī N. Umovs.

Viņa materiālais stāvoklis kļuva ļoti smags. Nelielās algas, ko viņš saņēma par priekšsēdētāja vietnieka darbu Eksperimentālo zinātņu sadarbības biedrībā, pietika tikai visvienkāršākajai dzīvei. Nikolajs Umovs tomēr nepārtauca zinātisko darbu arī šajā viņam tik grūtajā laikā. Viņš novērtē izgudrojumus, kas tiek iesūtīti biedrībā, daudz strādā biedrības izdotajā žurnālā un pabeidz savus darbus par gaismas polarizāciju.

Umovs bija interesants arī kā pedagogs. Viņam patika efektīvi eksperimenti, kas ierosināja klausītāju fantāziju, un viņš centās pat vienkāršas lietas izskaidrot tēlaini. To ļoti

spilgti aprakstījis rakstnieks Andrejs Belijs, kam bija nācies redzēt Umovu auditorijā:

«Nekad neaizmirsīšu, kā fizikas auditorijā uz viņa rokas mājienu nolaidās visi aizkari. Mēs palikām krēslā. Uzliesmoja projekcijas aparāta stars, no griestiem nolaidās aukla ar atsvaru, kuru turpat iešūpoja. Un tad mēs uz ekrāna skaidri redzējām ēnas parādīšanos un ēnas atkāpšanos, bet krēslā ieskanējās Umova balss: «Patlaban mēs kopā ar Zemi griežamies ap tās asi.»

Bet kā viņš mūs gatavoja triju Ņūtona principu pasludināšanas gadījumam! Kad sagatavošana bija pabeigta, viņš izkāra milzīgu plakātu, uz kura aršīnu augstiem burtiem bija rakstīts: «Kustības principi jeb likumi». Mēs pārsteigti nenovaldījām izsauzienus, bet viņš uzķēra mūsu «ak!» un ar brīnišķīgu vienkāršību, tomēr gleznaini atklāja mums Ņūtona domas.»

1914. gadā Umovam sāka parādīties smagas slimības pazīmes (kuņģa čūla). Zinātnieks nerēķinājās ar slimību un turpināja saspringti strādāt. Tomēr gada beigās viņš bija spiests iegult, un 1915. gada 15. janvārī Nikolaja Umova vairs nebija.

**CILVĒKS, KURŠ PĀRKĀPIS
VIŅŅU PASAULES SLIEKSNI**

Heinrihs Hercs
(1857—1894)



Slavenais vācu fiziķis Heinrihs Hercs dzimis 1857. gadā Hamburgā jurista ģimenē. Pēc vidusskolas beigšanas viņš iestājās Minhenes politehnikumā. Dažus gadus jauneklis nevarēja izlemēt, kam veltīt savu dzīvi. Viņam gribējās kļūt par zinātnieku fiziķi, bet mūžīgās šaubas par savām spējām pievērsa viņu inženiera darbam. Viņš uzskatīja, ka labāk būt viduvējam inženierim nekā sliktam zinātnes darbiniekam. Pamācījies trīs gadus politehnikumā, Hercs tomēr nolēma ievērot Šillera vārdus: «Kurš baidās ar dzīvi riskēt, tam panākumu neatrast.» Un Hercs iestājās Berlīnes universitātes fizikas un matemātikas fakultātē.

Herca laikā zinātnes sakari ar tehniku bija vāji un

pat tika uzskatīts, ka pārlieka pievēršanās tehnikai sašaurina zinātnieka domāšanu. Herca dzīve apgāza šāda veida spriedumus — viņa pētniecības darbā ideāli apvienojās teorija un eksperiments. Ja Hercs nebūtu ieguvis inženiera izglītību, nekun vai viņš tik spīdoši varētu tikt galā ar savu pētījumu eksperimentālo pusi, kurai ierādīta viena no spilgtākajām lappusēm klasiskās fizikas vēsturē.

Universitātē Hercs strādāja ievērojamā vācu zinātnieka Helmholca laboratorijā. Helmhols drīz vien pamanīja, ka Hercs patiešām ir cilvēks ar izcilām spējām. Viņš deva Hercam zinātnisko darbu tēmas kā studentu zinātniskā pulciņa biedram un pakāpeniski jaunekli veidoja par zinātnes darbinieku.

Herca zinātniskā darbība ilga apmēram trīspadsmit gadu. Viņš nomira trīsdesmit septītajā dzīves gadā, radošo spēku plaukumā. Samērā īsā laikā zinātnieks paveica virkni teorētiska un eksperimentāla rakstura darbu. Fizikas vēsturē Hercs iegājis ar saviem elektromagnētisko viļņu pētījumiem.

Visa Herca dzīve apstiprina atzinumu, ka cilvēka talants var atraisīties tikai tad, kad tas apvienots ar neatlaidīgu darbu, kad šis cilvēks apgūst visu, ko paveikuši viņa priekšgājēji tai zinību jomā, kurā viņš gatavojas strādāt.

Herces vispirms pamatīgi iepazinās ar visu, kas bija zināms par elektromagnētiskajiem viļņiem līdz tam laikam, kad viņš sāka pētījumus. Viņš izstudēja elektromagnētiskā lauka teorijas pamatlicēja Faradeja darbus. Faradejs bija pirmais no zinātniekiem, kurš izskaidroja vides lomu lādiņu savstarpējā iedarbībā. Līdz angļu fiziķa atklājumiem zinātnieki uzskatīja, ka vide, ja vien tā nav dielektriķis, lādiņu savstarpējo iedarbību nekādā veidā neietekmē. Divi viedokļi noveda pie dažādiem secinājumiem. Zinātnieki, kas noliedza vides lomu, necentās pētīt šīs vides īpašības. Viņi uzskatīja, ka lādiņu elektriskās mijiedarbības izplatīšanās ātrums ir

bezglīgi liels, pieņemot, ka mijiedarbības pārraide caur pilnīgi tukšu telpu noris acumirkīgi. Šīs teorijas piekritēji izstrādāja īpašu elektrodinamikas matemātisko aparātu, kas bija analogs gravitācijas teorijas matemātiskajam aparātam. Tas deva iespēju gadījumam ar nekustīgiem elektriskajiem lādiņiem atrast dažu lielumu (intensitāšu, potenciālu, mehānisko spēku, enerģijas u. c.) skaitliskās vērtības. Eksperimentāli iegūto lielumu un teorētiski aprēķināto lielumu skaitliskās vērtības pilnīgi sakrita. Tas liecināja par teorijas pareizību.

Faradejs visu uzmanību veltīja videi, kas aptver lādiņu. Viņš neatzina un nevarēja atzīt tāldarbības teoriju. Pēc viņa domām, elektriskais lādiņš kaut kādā veidā izmaina dielektriķa slāni, kas atradās tuvāk ap to. Šis pārveidotais slānis izraisa izmaiņas nākamajā slānī, un tā slāni pa slānim izmainījās viss dielektriķis, kas atradās starp lādiņiem. Izmaiņas nevarēja notikt acumirkīgi, tādēļ bija jāuzskata, ka vidē lādiņu savstarpējā iedarbība izplatās ar kaut kādu galīgu ātrumu. Faradejs centās iedomāties šo ainu mehāniski un reducēja to uz tā saucamo spēka caurulišu savilkšanos un izstiepšanos. Viņš uzskatīja, ka telpu ap lādiņiem aizpilda īpaša vide, kurā notiek visas šīs izmaiņas. Vidi sāka saukt par ēteru. Lādiņu deformēto ēteru nosauca par elektromagnētisko lauku. Savos darbos Faradejs zīmēja šā lauka veidus atkarībā no dažāda lādiņa izvietojuma.

Faradeja sekotājs izcilais angļu fiziķis Maksvels attīstīja tālāk geniālā priekšgājēja uzskatus vienotā matemātiskā teorijā. Viņš ieguva vienādojumus, kas raksturoja elektromagnētisko lauku. Lādiņus tagad sāka iedomāties kā šī lauka īpašus punktus. Maksvela vienādojumi deva iespēju atrast lādiņu savstarpējās iedarbības izplatīšanās ātrumu, un negaidīti atklājās, ka šis ātrums ir vienāds ar gaismas ātrumu. Visos gadījumos, kad lādiņi palika nekustīgi, Maksvela teorija deva tādus pašus rezultātus kā tāldarbības

teorija. Tādā veidā tuvdarbības teorija apstiprinājās eksperimentāli.

Radās jautājums, kā divas teorijas, kas viena otru izslēdz, var dot vienu un to pašu rezultātu. Vēsture rāda, ka tādos gadījumos zinātne atrodas lielu vēsturisku atklājumu priekšvakarā. Tieši tādēļ šī problēma saistīja daudz zinātnieku uzmanību. Drīz vien kļuva skaidrs, ka tikai teoriju tālāka attīstīšanās var izšķirt jautājumu par to pareizību. Teoriju tālāka attīstība bija vērsta uz to pielietošanu elektriskajiem lādiņiem, kas atrodas kustībā. Katra virziena piekritēji dēdzīgi strādāja. Kā vieni, tā otri vairākiem gadījumiem teorētiski atklāja dažus lielumus (indukcijas strāvu un pašindukcijas strāvu), bet šo lielumu vērtības iznāca dažādas. Eksperimentiem bija jāizšķir, kuram taisnība.

Taču Maksvels, pētot šos jautājumus, elektromagnētiskajā laukā ielūkojās ievērojami dziļāk. Viņš nonāca pie secinājuma, ka pie zināmas elektriskā lādiņa kustības (piemēram, pie harmoniskas kustības) rodas tāds elektromagnētiskais lauks, kurš ir viļņveidīgs un izplatās no šī lādiņa noteiktā virzienā ar ātrumu, kas vienāds ar gaismas ātrumu. Tā izveidojās mācība par elektromagnētiskajiem viļņiem. To visu angļu zinātnieks izteica sevišķā, fiziķiem neparastā matemātiskā formā, kuru izprast varēja tikai nedaudzi. Zinātnieku aprindās Maksvela teoriju sāka uzskatīt par «grāmatu aiz septiņiem zieģeļiem». Bet tie, kam šo «grāmatu» izdevās izlasīt, brīnījās par lielā zinātnieka domu dziļumu, konkrētumu un viengabalainumu. Pagājušā gadsimta astoņdesmitajos gados runāja, ka «ar Maksvela roku raksta pats dievs».

Eksperimentāli pārbaudīt Maksvela teoriju — lūk, kādu uzdevumu sev izvirzīja Heinrihs Herts. Viņš izraudzīto mērķi formulēja šādi: iegūt elektromagnētiskos viļņus, atrast tajos viļņiem piemītošās difrakcijas, interferences, polarizācijas parādības, izmērit to ātrumu un ar visu to aplie-

cināt Maksvela teorijas varenumu un apbedīt tāldarbības teoriju. Hercs izprata, ka uzdevums ir svarīgs un sarežģīts. Tomēr viņu neatvairāmi saistīja viengabalainā Maksvela teorija, kas, būdama skaidra savā matemātiskajā daļā, slēpa sevī neizpētītu parādību kalnus.

Hercs negāja tiešā ceļā uz mērķi, kaut gan tas bija pilnīgi skaidrs. Viņš nolēma pavisam vienkāršam gadījumam vēlreiz pielietot abas teorijas. Un jaunais zinātnieks divus gadus strādāja, mēridams indukcijas strāvu spirālveida un taisnvirziena vadītājos. Viņš raksta vecākiem, ka šis darbs ir aizraujošs, bet tajā «aiz tikkō pārvarētām grūtībām nāk jaunas, vēl lielākas». Viņš runā par nepietiekamu teorētisko sagatavotību, tomēr apgalvo, ka viņš ir pilns spēka un enerģijas. Hercu var saprast. Mūsu dienās šo darbu varētu izdarīt dažu stundu laikā studentu fizikas praktikumā, jo tagad ir atbilstoša aparatūra un strāvas avoti. Bet 1880. gadā nekā no tā nebija, jaunajam pētniekam pašam visu vajadzēja izdomāt un darīt, turklāt darīt tā, lai būtu apmierināts Helmhols, kura prasības bija stingras pat sīkumos. Strādājot šo darbu, Hercs izveidojās par nobriedušu zinātnieku, viņš vēlreiz pārliecinājās, ka savu dzīves ceļu ir izraudzījis pareizi. Hercs atklāja, ka Maksvela teorija apstiprina pašindukcijas strāvu vērtības, ko viņš atradis eksperimentējot, bet tāldarbības teorija dod pavisam citus rezultātus.

Pēc tam Hercs izmērī pašindukcijas strāvas rotējošā lodē. Un atkal apstiprinās Maksvela mācība, un atkal tiek atspēkota tāldarbības teorija. Universitātē Herca darbs guva augstu novērtējumu.

Tagad, likās, varēja sākt izpildīt uzdevumu, kuru jaunais zinātnieks sev bija izvirzījis. Taču Hercs vēl nebija patstāvīgs, pagaidām viņš vēl bija ievērojamā zinātnieka asistents. Trīs gadus viņš pēc Helmholca norādījuma strādāja termodinamikas un elastības teorijas jomā. Jāatzīst, ka

Hercs, kurš ļoti cienīja savu šefu, tomēr labprāt pārcēlās uz Ķīli, kur viņam piedāvāja privātdocenta vietu. No šī laika (1883. gada) līdz pat mūža galam zinātnieka darbs vērst vienā virzienā — pārbaudīt Maksvela teoriju.

Nav vajadzības sīki aprakstīt Herca klasiskos eksperimentus, jo mūsu dienās katrs skolotājs, kas mīl savu priekšmetu, demonstrē to stundās, kad māca tematu «Elektromagnētiskās svārstības un elektromagnētiskie viļņi». Bet skolēnos arī tagad šie demonstrējumi izraisa lielu interesi. Ir kaut kas noslēpumains neparastajā zilās krāsas dzirkstelē, kas lec starp pārsprieguma novadītāja lodītēm. Skatītāju pārņem trīsas, kad iedegas elektriskā spuldzīte, kuras saistījums ar strāvas avotu nav redzams. Un, ja tagad cilvēka prāta varenība, kas atradusi šo brīnišķīgo enerģijas pārvēršanos, vēl arvien spēj mūsos izraisīt izbrīnu, tad var iedomāties, kā priecājās Hercs, ieraudzījis šo brīnumu pirmo reizi. Saspringts daudzu gadu darbs, cerības un vilšanās — viss apvienojās šai stieples pusgredzenveida izliekumā, no kura izplūda maģiskais spēks — elektromagnētiskais vilnis. Mērķis bija sasniegts!

Ja pārejām uz stingru zinātnisku valodu, tad par pētnieka atklājumu jāizsakās šādi: Hercs pirmais pasaulē ieguva elektromagnētiskos viļņus un samazināja viļņa garumu līdz 60 cm, t. i., ieguva $5 \cdot 10^8$ biežas elektriskā lādiņa svārstības sekundē. Viņš izpētīja visas šo viļņu īpašības: interferenci, polarizāciju, difrakciju. Viņš izmērīja arī šo viļņu izplatīšanās ātrumu un atklāja, ka tas ir vienāds ar gaismas izplatīšanās ātrumu. Vēl īsāk izsakoties, Hercs eksperimentāli pamatoja Maksvela elektrodinamiku.

Atklājumam pa pēdām sekoja slava. 1888. gadā zinātnieku uzaicina nolasīt ziņojumu Berlīnes Zinātņu akadēmijā. No turienes viņš atgriežas, slavas apvīts. Virkne universitāšu piedāvā Hercam savas katedras, viņš saņem daudzus apsveikumus no vācu un ārzemju zinātniskajām

biedrībām. Profesors A. Stoļetovs VIII Krievijas ārstu un dabas pētnieku kongresā teic runu «Ēters un elektrība», kas veltīta Hercam. Septiņas dažādu zemju zinātņu akadēmijas ievēl pētnieku par savu korespondētājlocekli.

Hercs pateicas par atzinību, bet paliek uzticīgs saviem paradumiem. Viņš pārceļas uz Bonnu, kas tajā laikā ir samērā klusa pilsēta, yada tur katedru un turpina eksperimentēt.

Grūti pateikt, kādā virzienā Hercs būtu strādājis tālāk. Eksperimentu jomā varēja strādāt pie elektromagnētisko viļņu un to viļņu tuvināšanas problēmas, kas iegūti optiskā ceļā. Šī spektru sakļaušana galu galā būtu gaismas viļņus ierindojusi vienotā elektromagnētisko viļņu skalā. Bet Hercs, atklājis, ka viņa iegūto elektromagnētisko viļņu ātrums ir vienāds ar gaismas ātrumu, kļuva par šo viļņu vienotības bezierunu piekritēju. Varēja risināt jautājumu par elektromagnētisko viļņu praktisku izlietošanu, jo zinātnieks taču savā laikā bija mācījies politehnikumā. Herca viļņu jauda bija maza, attālums, kādā tie parādījās, bija īss (13 m), un šī izstarojuma rentablas pastiprināšanas paņēmieni bija sveši, tādēļ Hercam radās uzskats, ka viņa atklājumu nekad neizmantos tehnikā un tas paliks tikai fizikas mācību grāmatu lappusēs. Ar tādu pārlicību viņš arī nomira.

Bet auglīga zinātniska ideja nemirst reizē ar tās atklājēju. Tā atrod savu piepildījumu citu meklētāju un zinātnieku darbos.

Vēl Hercam dzīvam esot, 1889. gadā vienkāršs Kronštates jūras kara skolas mīnu klases pasniedzējs A. Popovs uzsāka darbu, lai iegūtu Herca viļņus, kam būtu lielāka jauda. Šis darbs vainagojās panākumiem, un 1895. gadā tika likti pamati jaunai brīnišķīgai mūsdienu zinātnes nozarei — radiotehnikai, kas tagad ar sekmēm iekaro kosmosu. Jau Herca nāves gadā Rīgī ieguva elektromagnētiskos viļņus,

kuru garums bija 10 mm, bet Lebedevs — viļņus, kuru garums bija 6 mm. No 1922. gada līdz 1924. gadam Glagoļeva-Arkadjeva un arī Levicka atklāja elektromagnētiskos viļņus, kuru garums bija no 50 mm līdz 0,082 mm. No elektromagnētisko viļņu spektra otras (optiskās) puses Nikols un Tirs 1923. gadā ieguva 0,685 mm garus infrasarkanos viļņus. Tādā veidā elektromagnētisko viļņu un optisko viļņu spektri ne tikai sakļāvās, bet pārklāja cits citu.

Runājot par zinātnes sasniegumiem, mums jāatceras to cilvēku darbi, kas likuši zinātnes pamatus, un, kā par Hercu izteicies Helmhols, «jāizteic apbrīna un jādod pienācīga cieņa šim pāragri mirušajam cilvēkam, kurā apvienojās dziļa un skaidra domāšana ar izcilām spējām ievērot nemanāmas parādības un kurš prata atkarot dabai tās visdārgākos noslēpumus».

**CILVĒKS,
KURŠ NOSVĒRIS GAISMU**

Pjotrs Ļebedevs
(1866—1912)



Pjotrs Ļebedevs dzimis bagātā tirgotāja ģimenē, kas citu Maskavas tirgotāju ģimeņu vidū izcēlās ar augstu kultūru. Tēvs cerēja, ka Pjotrs, tāpat kā viņš, kļūs par tirgotāju, tāpēc sūtīja dēlu mācīties komercskolā. Taču tirdzniecība Ļebedevu nesaistīja. Gluži otrādi, viņš izjuta pret to patiesu riebumu. Pjotrs ļoti daudz lasīja, bet svētdienas pavadīja skolas fizikas kabinetā.

Liela nozīme Ļebedeva garīgās attīstības veicināšanā bija viņa paziņam elektrotehnikim Bekņevam. Viņš pamodināja jaunekli interesi par zinātnes jautājumiem, izveidoja viņā kritisku attieksmi pret «grāmatu» zinātni, tālāk attīstīja tā agri izveidojušos tieksmi uz eksperimentēšanu. Kādā no vēstulēm Bekņevam Ļebedevs par šo laika posmu

raksta: «Līdz pat šim laikam nevaru aizmirst to kolosālo apvērsumu visos manos pasaules uzskatos, ko Jūs izdarījāt ar savu elektrisko mašīnu, kurā ietilpa stikla plāksnīte un spilventiņi no virsniēku cimdiem . . . Atceros, kā Jūsu improvizētā mašīna reizē iepriecināja un satrauca mani: man bija grūti šķirties no domas, ka elektrība, par kuru runā Maļiņins (tai laikā izplatītas fizikas mācības grāmatas autors. — G. M., P. M.) . . . ir kaut kas svēts, ko var iegūt tikai ar dārgu, spožu aparātu palīdzību fizikas kabineta svinīgajos apstākļos.»

Mīlestība uz zinātni, ko Ļebedevā bija ieaudzinājis Bekņevs, paņēma viņu savā varā un nosacīja visu viņa turpmāko dzīvi. Ievērojamais krievu fiziķis Eihenvalds — Ļebedeva draugs — šādi atceras Pjotra skolas gadus: «Mājās viņš pastāvīgi taisīja dažādas elektriskās mašīnas, izdarīja ar tām mēģinājumus, lasīja grāmatas galvenokārt par fizikas un elektrotehnikas jautājumiem, pats izgudroja mašīnas, saviem projektiem izgatavoja rūpīgus zīmējumus ar paskaidrojošu tekstu, kurus mēs jokodamies saucām par «patentiem». Pats par sevi saprotams, ka šo «patentu» vidū bija daudz lidaparātu, bija arī dinamomašīnas, telegrāfa aparāti, Volta loka regulatori; starp citu, bija arī projekts, kā no ūdens un gaisa iegūt slāpekļskābi.»

Tēvs visiem spēkiem gribēja panākt, lai dēls kļūtu par komersantu. Viņš centās atraut Pjotru no fizikas nodarbībām, nodeva dēla rīcībā jājamzirgu, rikoja mājās balles un amatieru izrādes. Taču Ļebedevs bija vienaldzīgs pret šīm izpriecām. Drīz vien viņš, pārvarējis tēva pretestību, pārtrauca mācības komercskolā un iestājās reālskolā. Šeit Pjotrs sāka izmēģināt savus spēkus tehniskajā jaunradē.

Apbrīnojams ir sešpadsmit gadu vecā jaunekļa tehnisko un eksperimentālo ieceru plašums — viņš ķeras pie sarežģītu projektu īstenošanas. Tā, piemēram, ir zināms, ka viņš

šajā laikā izgudrojis unipolāru dinamomašīnu un to rūpnīcā izgatavojis. Mašīna svērusi apmēram 40 pudu. Taču... tā nav devusi strāvu. «Ar šo lielo fiasko sākās mana eksperimentētāja darbība,» daudzus gadus vēlāk rakstīja Ļebedevs.

Pēc reālskolas beigšanas nākamais zinātnieks vairākus mēnešus bez atalgojuma strādāja par tehniķi Lista rūpnīcā.

Ļebedevs saprata, ka bez tālākas mācīšanās viņš nevarēs pa īstam turpināt izgudrotāja darbu.

Tāpēc jauneklis iestājās tā laika labākajā Maskavas tehniskajā skolā, kur pilnībā apguva galdnieka, virpotāja un atslēdznieka amatu. Tieši šeit tika likti pamati viņa nākamajai apbrīnojamai eksperimentētāja meistarībai.

Ļebedeva interese par fiziku kļuva arvien dziļāka. Pārdomājams savu mēģinājumu neveiksmju cēloņus, viņš arvien vairāk pārliecinājās, ka nepieciešams apgūt teoriju.

Viņa prāts tiecās uz universitāti, bet pēc tā laika likumiem, universitātē iestājoties, bija jāprot latīņu un grieķu valoda, taču šīs valodas reālskolā nemācīja. Paklausīdams profesora Sčegļajeva padomam, Ļebedevs dodas uz Vāciju pie pazīstamā zinātnieka fiziķa Augusta Kundta.

No Ļebedeva vēstulēm redzams, ka ārzemēs viņš nododas tikai zinātnei. Pjotrs raksta mātei: «Ārpus fizikas man eksistēt tikai miegs: es atnāku mājās, lai... gulētu un no rīta saņemtu kafiju... Es nepazīstu labākas izpriecas par fiziku un laboratoriju.»

Kundta un ievērojamā vācu fiziķa Kolrauša laboratorijā Pjotrs Ļebedevs nostrādāja četrus gadus un aizgāja no tās 1891. gadā kā nobriedis zinātnieks un izcils eksperimentētājs.

Pēc atgriešanās Maskavā Ļebedevs ar profesora Stoļetova ieteikumu tika pieņemts par laborantu Maskavas universitātē. Viņš pielika visus spēkus, lai iekārtotu laboratoriju zinātniskajiem pētījumiem, un ar aizrautību strādāja

pie problēmas, kas saistīta ar elektromagnētisko viļņu iedarbību uz ķermeņiem. 1894. gadā iznāca pirmā daļa viņa lielajam darbam par viļņu iedarbību uz rezonatoriem. Zinātnieki ļoti augstu novērtēja šo darbu, un Ļebedevam tika piešķirts doktora grāds bez iepriekšējas maģistra disertācijas aizstāvēšanas.

Vēl sešus gadus Ļebedevs nostrādāja par fizikas katedras asistentu un šajā laikā veica klasiskus pētījumus, lai noteiktu gaismas spiedienu uz cietiem ķermeņiem. Par šo darbu Zinātņu akadēmija piešķīra Ļebedevam prēmiju, bet vēlāk ievēlēja viņu par savu korespondētājlocekli. 1900. gadā zinātnieku iecēla par fizikas profesoru Maskavas universitātē. Šajā pašā gadā viņš publicēja darbu par gaismas spiedienu uz gāzēm. Šis pētījums ar savu eksperimentālo noformējumu radīja sajūsmu visas pasaules zinātniekos. Anglijas Karaliskais institūts ievēlēja Ļebedevu par savu goda biedru.

Pjotrs Ļebedevs daudz uzmanības veltīja arī savu līdzstrādnieku un studentu zinātniskās pētniecības darbam. Viņš pirmoreiz Krievijā organizēja fizikas laboratoriju ar samērā lielu skaitu darbinieku. 1901. gadā viņa vadībā strādāja 3 cilvēki, bet 1910. gadā jau bija 28 zinātniskie darbinieki. Ļebedevs palīdzēja visiem, kas strādāja pie viņa. Tas prasīja milzīgu piepūli un laiku, taču rezultāti bija iepriecinoši: viņa laboratorijā izauga arvien vairāk un vairāk zinātnieku, kas gribēja un prata kalpot savai tautai. Krievijā izveidojās pirmā krievu fiziķu skola. S. Vavilovs, N. Kapcovs, V. Zernovs, K. Timirjazevs, T. Kravecs, P. Lazarevs un citi ievērojami zinātnieki bija Ļebedeva skolnieki. Viņi vienmēr ar mīlestību atcerējās savu skolotāju, norādot uz tā zinātnisko uzskatu plašumu un dziļumu, prasmi izraudzīties pētīšanai pašas būtiskākās zinātniskās problēmas, vēlēšanos atdot sevi visu zinātniskajam darbam, tā pārlicību par to, ka zinātniekam fiziķim jāzina tehnika, un

cenšanos attīstīt savos skolēnos patstāvīgās zinātniskās domāšanas spējas.

Sai laikā pār Ļebedeva galvu savilkās mākoņi. Cara valdība, 1905.—1907. gada revolūcijas iebiedēta, nežēlīgi apspieda visu jauno un progresīvo Krievijā. Izglītības ministrs Kaso uz studentu nemieriem atbildēja ar represijām. Izteikdami savu protestu, no universitātes aizgāja 124 profesori un līdzstrādnieki.

Ļebedevs dziļi pārdzīvoja šos notikumus. Viņš dēdzīgi juta līdz tiem, kas bija aizgājuši no universitātes. Taču viņam bija bezgala smagi pamest ar tādām grūtībām radīto laboratoriju. Pjotrs Ļebedevs nevarēja iedomāties savu dzīvi bez tās. Viņš par to rakstīja mātei: «Ja man tagad liktu izvēlēties, vai nu iegūt indiešu radža bagātību ar noteikumu pamest zinātni un nodarboties vienalga ar ko, vai arī dzīvot trūkumā, sliktā dzīvoklī, bet strādāt lieliskā institūtā, man pat prātā nenāktu svārstīties.»

Bija pienācis laiks izvēlēties. Varbūt jautājumu par aiziešanu no universitātes Ļebedevs būtu viegli atrisinājis, bet viņam vajadzēja domāt ne tikai par sevi vien. «Vēsturnieki, juristi un pat mediķi,» viņš sacīja, «tie var aiziet, bet man taču ir laboratorija un, galvenais, vairāk nekā divdesmit skolnieku, kas aizies reizē ar mani. Pārtraukt viņu darbu ir viegli, bet iekārtot viņus darbā ir ļoti grūti, gandrīz neiespējami. Tas man ir dzīvības jautājums.»

Pēc moksipilnām pārdomām Ļebedevs tomēr nolēma iet projām līdz ar saviem biedriem un iesniedza atlūgumu par aiziešanu no universitātes. Tūlīt pēc tam aizgāja arī viņa skolnieki.

Kad par to uzzināja Stokholmas Nobela institūta fizikas un ķīmijas laboratorijas direktors — ievērojamais zinātnieks Svante Arēniuss, viņš ieteica Ļebedevam atstāt Krieviju un turpināt darbu Zviedrijā. Arēniuss apsoliya radīt izcilā zinātnieka darbam nepieciešamos apstākļus. Taču

Ļebedevs atteicās, lai gan bija palicis bez eksistences līdzekļiem.

Progresīvā krievu inteliģence ļoti labi saprata, kāda nozīme bija Ļebedevam un viņa skolai zinātnes attīstībā Krievijā. Ziedojumi plūda straumēm. Lielu materiālu atbalstu zinātniekam sniedza uzņēmēja Ļedencova organizētā biedrība, kas veicināja zinātnes attīstību Krievijā.

Par šiem līdzekļiem 1911. gadā noīrēja privātdzīvokli, pasūtīja ierīces, iekārtoja darbnīcu. Draudzīgais zinātnieku kolektīvs ieguldīja milzumu pūļu laboratorijas organizēšanā, un rudenī tajā sākās rosīgs darbs.

Taču Ļebedeva radošā darbība neturpinājās ilgi. Bezmiega nakts, pārdzīvojumi sakarā ar aiziešanu no universitātes, uztraukumi un rūpes par jaunās laboratorijas organizēšanu bija par cēloni tam, ka zinātnieka veselība strauji pasliktinājās. Šajās dienās viņš rakstīja: «Manā personiskajā dzīvē ir bijis tik maz prieka, ka šķirties no šīs dzīves man nemaz nav žēl... man tikai žēl, ka reizē ar mani ieš bojā ļoti laba, cilvēkiem noderīga mašīna dabas pētīšanai: savi plāni man jāņem līdzi, jo es nevaru nevienam novēlēt ne savu lielo pieredzi, ne eksperimentēja talantu. Es zinu, ka pēc divdesmit gadiem šos plānus realizēs citi, bet ko nozīmē zinātnei nokavēt divdesmit gadu?»

Ļebedevs nomira 1912. gada 14. martā pašā radošo spēku briedumā.

Visas pasaules zinātnieki un Krievijas progresīvie cilvēki dziļi pārdzīvoja smago zaudējumu. «Nogalināt var ne tikai giljotīnas nazis. Ļebedevu nogalināja Maskavas universitātes sagraušana,» dusmās rakstīja K. Timirjazevs.

Ļebedeva mūžs bija īss: viņš nomira 46 gadu vecumā. Visu savu zinātnieka dzīvi viņš atdeva vienas zinātniskas problēmas risināšanai: lai eksperimentāli pierādītu, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi. Ar eksperimenta nepa-

rasto precizitāti un iegūto datu neapstrīdamību Ļebedevs kļuva pasauleslavens.

Kad Ļebedevs sāka savu zinātnisko darbību, Maksvels, pamatodamies uz Faradeja teoriju, bija teorētiski pierādījis, ka gaismai piemīt elektromagnētiska daba. Hercs 1887.—1888. gadā eksperimentāli ieguva elektromagnētiskos viļņus un izpētīja to īpašības. Viņš atklāja, ka šo viļņu izplatīšanās ātrums vienāds ar gaismas ātrumu. Līdz ar to guva apstiprinājumu Maksvela teorētiskais paredzējums, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi.

Tāču Herca iegūto viļņu garums bija miljoniem reižu lielāks nekā gaismas viļņu garums. Lai pierādītu gaismas viļņu un elektromagnētisko viļņu identitāti, vajadzēja eksperimentāli atrisināt vairākus uzdevumus. Pirmkārt, bija jāatrod īpašības, kas visiem viļņu veidiem būtu kopīgas, un jāpierāda, ka arī gaismai ir šīs īpašības, tas ir, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi. Otrkārt, bija jāiegūst īsi elektromagnētiskie viļņi un jāpierāda, ka arī tiem ir tādas pašas īpašības kā gaismas viļņiem. Treškārt, bija jāpierāda, ka gaisma izdara spiedienu uz cietiem ķermeņiem un gāzēm, jo šāda spiediena pastāvēšanu paredzēja Maksvela elektromagnētisko viļņu teorija.

Šiem eksperimentiem tad arī visu savu mūžu ziedoja Pjotrs Ļebedevs. Viņš vispirms sastādīja turpmākā darba plānu, kaut gan ļoti labi saprata, ka var paiet ne viens vien gads, kamēr uzdevums tiks veikts. Lai atrisinātu problēmas, kas saistītas ar gaismas un elektromagnētisko viļņu identitātes pierādīšanu, vispirms vajadzēja izpētīt jautājumu par to, kā elektromagnētiskais vilnis iedarbojas uz molekulām. Lai veiktu šo uzdevumu, vajadzēja iegūt priekšstatu par molekulu elektriskajām īpašībām. Atgādināsim, ka tajā laikā vēl nebija atklāta neviens elementārdaļiņa (protons, elektrons u. c.). Vispār ne jau visi zinātnieki piekrita molekulārajai teorijai. Tāpēc Ļebedevs nolēma izdarīt

vēl vienu eksperimentu, lai pierādītu, ka molekulas patiešām eksistē, un atklātu to elektriskās īpašības.

Matērijas uzbūves molekulārās teorijas piekritēji uzskatīja, ka molekulas ir lodveida ķermeņi, kas vada elektrību. Pamatojoties uz šo pieņēmumu, tika izstrādāta teorija, no kuras izrietēja, ka vielas dielektriskajai caurlaidībai ir jābūt atkarīgai no tās blīvuma.

Lebedevs nolēma eksperimentāli pārbaudīt šo zinātnieku atrastās likumsakarības, tādējādi nostiprināt vielas uzbūves molekulāro teoriju un pierādīt, ka elektriskā lauka iedarbību uz vielu var izskaidrot ar molekulu elektriskajām īpašībām.

Lebedevs spīdoši veica šo uzdevumu. Visus turpmākos darbus zinātnieks veica Maskavas universitātē. Vispirms viņš ļoti rūpīgi izpētīja viļņu iedarbību uz dažādiem ķermeņiem. Šo eksperimentu būtība ir šāda. Ja ķermenis, uz kuru krit vilnis, pats spēj svārstīties, tad var iestāties tā saucamā rezonanses parādība. Šajā gadījumā ķermeņa svārstību frekvence kļūst vienāda ar viļņu frekvenci. Šādu ķermeni sauc par rezonatoru. Kā tad izturēsies rezonators, ja tas atradīsies viļņu plūsmā? Lebedevs eksperimentēja ar elektromagnētiskajiem viļņiem un elektromagnētiskajiem rezonatoriem, ar viļņiem ūdenī un ar skaņu viļņiem. Viņš atklāja, ka visi viļņi un visi rezonatori pakļauti vienam likumam: rezonatoru pievelk viļņu avots, kamēr rezonatora svārstību frekvence ir lielāka par viļņa frekvenci. Turpretim, ja rezonatora svārstību frekvence ir mazāka par viļņu frekvenci, tad vilnis atgrūž rezonatoru, tas ir, izdara uz to spiedienu.

Pamatodamies uz šiem pētījumiem, Lebedevs izdarīja divus ļoti svarīgus secinājumus. Pirmkārt, viņš pierādīja, ka visdažādākās dabas parādības (elektromagnētiskās svārstības, šķidrums un gāzu svārstības) pakļautas kopīgām likumsakarībām. Tātad viņa atklāto likumsakarību

var piemērot arī gaismas parādībām, jo gaisma ir vilnis. Tas nozīmē, ka gaisma atgrūdis tos rezonatorus, kuri spējīgi svārstīties ar frekvenci, kas ir mazāka par gaismas frekvenci. Gaismas viļņu rezonatori var būt tikai molekulas, tātad gaismai jāizdara spiediens uz molekulām un molekulu kopām (gāzēm, cietiem ķermeņiem). Otrkārt, ar gaismas spiedienu var izskaidrot komētu astu atgrūšanu.

Pēc tam zinātnieks ieguva ļoti īsus elektromagnētiskos viļņus, kas garuma ziņā bija līdzīgi gaismas viļņiem. Šo viļņu iegūšanai Ļebedevs konstruēja vibratoru, kas izstaroja viļņus, kuru garums sasniedza 6 mm. Izmantodams šos viļņus, zinātnieks atkārtoja visus Herca eksperimentus un turklāt pierādīja, ka šādi elektromagnētiskie viļņi, tāpat kā gaismas viļņi, rada staru dubultlaušanas parādību Islandes špatā. Pārbaudīt šo faktu Hercs nevarēja, jo viņš nebija ieguvis tik īsus elektromagnētiskos viļņus. Tādējādi Ļebedevs eksperimentāli pierādīja, ka elektromagnētiskajiem viļņiem piemīt visas gaismas viļņu īpašības.

Konstatējis gaismas viļņu un elektromagnētisko viļņu pilnīgu identitāti, Ļebedevs sāka risināt ļoti grūtu uzdevumu — viņš mērija gaismas spiedienu uz cietiem ķermeņiem un gāzēm.

Lai saprastu, cik sarežģīta bija šī problēma un kādas grūtības bija jāpārvar eksperimentētājam, pietiek tikai minēt šā spiediena lielumu: saules gaisma gaišā vasaras dienā spiež uz virsmas kvadrātmetru ar 0,41 miligramu lielu spēku, kas ir mazāks par pūciņas spiediena spēku. Tas ir ārkārtīgi mazs lielums, un, to mērijot, zinātnieks sastapās ar tādām grūtībām, ko viņam izdevās pārvarēt tikai ar savu neparasto neatlaidību un sevišķi smalku un sarežģītu mēģinājumu iekārtu.

Ļebedeva mērījumi apstiprināja elektromagnētisko gaismas teoriju un gaismas spiediena pastāvēšanu. Pirmoreiz par saviem eksperimentiem profesors ziņoja 1899. gadā

17. maijā Šveices zinātniskās biedrības sēdē, bet 1900. gadā viņš par sava darba rezultātiem referēja fiziķu vispasaules kongresā Parīzē. Šis referāts atstāja milzīgu iespaidu. Ievērojamais zinātnieks lords Kelvins rakstīja K. Timirjazevam: «Jūs droši vien zināt, ka es visu mūžu esmu karojis ar Maksvelu, neatzīdams viņa gaismas spiedienu, un tagad Jūsu Ļebedevs ar saviem eksperimentiem piespieda mani padoties.»

Fiziķis Pašēns rakstīja Ļebedevam: «Es uzskatu, ka Jūsu iegūtais rezultāts ir viens no vissvarīgākajiem sasniegumiem fizikā pēdējo gadu laikā . . . Es novērtēju Jūsu eksperimentu grūtības vēl jo vairāk tāpēc, ka es pats pirms kāda laika biju spraudis sev mērķi pierādīt, ka pastāv gaismas spiediens, un izdariju līdzīgus eksperimentus, kuriem tomēr nebija pozitīva rezultāta.»

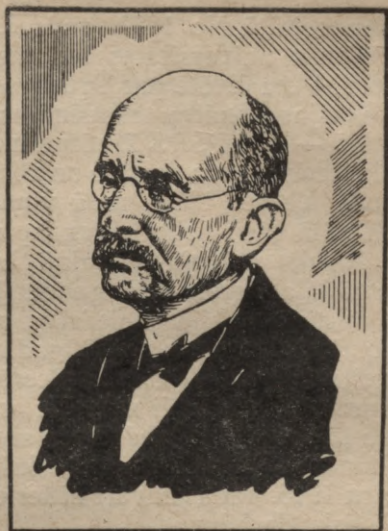
Zinātņu akadēmija Ļebedevam par šo darbu piešķīra prēmiju.

Pēdējais, vēl grūtākais izcilā zinātnieka darbs bija izmērīt gaismas spiedienu uz gāzēm. Šis spiediens ir simtiem reižu mazāks nekā spiediens uz cietiem ķermeņiem. Ļebedevs pārvarēja visas grūtības un 8 gadu ilgā spraigā darbā atrisināja arī šo uzdevumu. Ievērojamākie pasaules zinātnieki apsveica viņu ar panākumiem.

Veikdams intensīvu pētniecības darbu, Ļebedevs tai pašā laikā vadīja savu neskaitāmo skolnieku darbus. Skola, kas izveidojās mūsu zemē P. Ļebedeva vadībā, mūsu dienās ir izaugusi par milzīgu zinātnieku kolektīvu, kas augstu tur padomju zinātnes karogu.

DROSMĪGAS DOMAS CILVĒKS

Makss Planks
(1858—1947)



Viens no mūsdienu fizikas pamatlicējiem Makss Planks dzimis Ķīles universitātes juridisko zinātņu profesora ģimenē. Planka tēvs drīz pēc dēla piedzimšanas pārcēlās uz Minheni, kur Makss pabeidza ģimnāziju. Jau ģimnāzijā atklājās jaunekļa izcilās spējas, bet viņš kādu laiku svārstījās profesijas izvēlē: viņu saistīja kā fizika, tā arī mūzika. Galu galā Makss nolēma kļūt par fiziķi un iestājās Minhenes universitātē, kur mācījās trīs gadus; pēc tam viņš mācījās Berlīnes universitātē pie izcilajiem zinātniekiem Helmholca un Kirhoha.

Pabeidzis universitāti, Planks 1879. gadā aizstāvēja disertāciju un sāka strādāt augstskolā — vispirms par privātdocentu Minhenes universitātē, pēc tam par profesoru Ķīles

universitātē. No 1889. gada Planks 40 gadus strādā par Berlīnes universitātes teorētiskās fizikas katedras profesoru. Viņu ievēlē par Prūsijas Zinātņu akadēmijas locekli, Krievijas Zinātņu akadēmijas korespondētājlocekli, 1926. gadā — par PSRS Zinātņu akadēmijas akadēmiķi. Planks tika ievēlēts par daudz universitāšu un zinātnisko biedrību goda biedru. 1918. gadā viņam piešķīra Nobela prēmiju. Ģeniālā vācu fiziķa slava izplatījās pa visu pasauli.

Planks dzīvoja vētrainā laikā. Zinātniskais darbs sagādāja viņam lielu gandarījumu un daudz prieka. Taču zinātniekam bija jāpiedzīvo arī lielas bēdas. 1909. gadā nomira viņa sieva, 1917. gadā — meita, pēc gada — otra meita. Planks ļoti labi atcerējās, kā 1874. gadā pa viņa dzimto pilsētu Kīli maršēja prūšu un austriešu karaspēks. No tā laika viņš piedzīvoja divus pasaules karus. Viens no Planka dēliem 1916. gadā krita kaujā pie Verdenas, bet otru 1945. gada janvārī hitlerieši sodīja ar nāvi par antifašistisku darbību.

Otrajam pasaules karam sākoties, Plankam bija 80 gadu un viņš dzīvoja Kaseles pilsētā, kur pieredzēja visas bombardēšanas šausmas. Zinātnieka māja nodega, ugunsgrēkā gāja bojā milzīgā bibliotēka, ko viņš bija vācis visu mūžu. Pašu Planku, 84 gadus vecu vecuku, bija apbērušas mājas drupas, un viņš vairākas stundas nogulēja zem tām.

Visi šie traģiskie notikumi nesatricināja zinātnieka humānismu un viņa ticību cilvēces progresam, zinātnei. Planks nebija revolucionārs. Taču viņš nebija ar sausu kabinetu zinātnieks, un viņam bija tuvi sava laikmeta cēlie ideāli. Atrazdamies starp zinātniekiem, no kuriem daudzi bija ideālisti, Planks līdz mūža beigām palika materiālists. Viņš sacīja: «... apkārtējā pasaule ir kaut kas no mums neatkarīgs, absolūts, kam pretī stāvam mēs, bet meklēt likumus, kas attiecas uz šo absolūto, es uzskatu par visskaitāko zinātnieka uzdevumu.»

Planks apgalvoja, ka cilvēks ir spējīgs izziņāt pasauli; tieši zinātnei ir jāizzina šī pasaule, lai to varētu izmantot cilvēka interesēs. Viņš uzskatīja, ka ikviens teorētisks pētījums galu galā dos praktiskus rezultātus, bet skolas uzdevums ir ne tikai sniegt skolēniem zināšanas, bet iemācīt tos likt lietā šīs zināšanas.

Planka zinātniskais redzesloks bija plašs, un viņa intereses daudzveidīgas. Viņš dziļi pārdzīvoja visu, kas satrauca cilvēkus, un notikumus vērtēja no visas cilvēces attīstības viedokļa. 1914. gadā, kad gandrīz visu Vāciju bija pārņēmis šovinisma reibonis, Planks rakstīja: «Mēs cenšamies panākt, lai tiktu prasmīgi apvienoti un atbalstīti visi pasākumi, kuru mērķis ir izziņāt patiesību, lai visi šais pasākumos iesaistītie, patiesi humānie cilvēki, vienalga, kas viņi būtu — vācieši, zviedri, angļi, franči vai krievi, tiektos saprast cits citu.» Par zinātnieku pašu pirmo uzdevumu pēc kara viņš uzskatīja pārtraukto zinātnes un kultūras sakaru atjaunošanu.

Vienreiz dzīve Planku saveda kopā ar Hitleru. 1933. gada pavasarī zinātniekam kā Vācijas dabas pētnieku biedrības pārstāvim vajadzēja ierasties oficiālā pieņemšanā pie reihskanclera. Pieņemšanas laikā Planks palūdza Hitleram, lai viņš izbeidz ievērojamā ķīmiķa ebreja Hābera vajāšanu. Šis lūgums Hitleru sanikvoja. Tikai Planka pasaules slava izglāba viņu no nāves. Kad vācu zinātnieki 1938. gadā svinēja Planka 80 gadu jubileju, neviens fašistiskās valsts pārstāvis nebija ieradies uz pasaulslavenā fiziķa godināšanu. Planks savukārt fašisma kundzības periodu nosauca par «pretīgu laiku». 1937. gadā, apliecinādams dziļu cieņu no Vācijas izraidītajam profesoram Fuksam par viņa nelokāmību, Planks uzdāvināja viņam savu fotoattēlu ar uzrakstu: «Cik ļoti es priecājos par Jūsu laipno vēstuli un sevišķi par to, ka Jūs nezaudējat dūšu šajos pretīgajos laikos

un Jums ir drosme dzīvot un svētu turēt mīlestību pret savu zinātni.»

1925. gadā Planks ieradās mūsu zemē, lai piedalītos PSRS Zinātņu akadēmijas 200 gadu jubilejas svinībās. Šīs vizītes laikā viņš uzstājās ar runu Akadēmijā, Ļeņingradas apgabala darbaļaužu deputātu padomes sesijā, sniedza intervijas laikrakstiem. Viņš sacīja: «Es paņemšu līdz no Jūsu zemes prieka pilnu domu, ka pie Jums ļoti rūp zinātne ne tikai zinātniekiem, bet arī valdībai un sabiedrībai.»

Par Planka možo, optimistisko attieksmi pret dzīvi un par zinātnieku draudzības un biedriskuma izpratni liecina šāds fakts. Reiz zinātnieks saņēma no fiziķa Zommerfelda divas dzejas rindas, kurās bija novērtēts Planks kā zinātnieks:

Tu darbā sīkstā lidumu uzplēsis,
Es ziedu sauju pa retam vien noplūcis.

Planks viņam atbildēja ar šādu četrindi:

Bet ziedi tie, ko plūcis tu un es,
Cits savijas ar citu krāšņās vītenēs, —
Un vainags viens mums tagad novijams
No ziediem šiem — tas tavs un mans!

Plaša un daudzpusīga ir Planka zinātniskā darbība. Visi viņa darbi veltīti galvenokārt termodinamikas attīstībai. Viņš sarakstījis termodinamikas un teorētiskās fizikas mācību grāmatas, kas tulkotas daudzās valodās un vēl tagad nav zaudējušas savu nozīmi.

Taču pasaules slavu un vietu fizikas vēsturē Planks ieguva ar darbiem, ko viņš veica, lai noskaidrotu absolūti melna ķermeņa starojuma likumu. Zinātnieks par šo likumu ziņoja Berlīnes fiziķu biedrības sēdē 1900. gada 19. oktobrī un teorētiski to pamatoja tā paša gada 14. decembrī. Šo dienu tad arī uzskata par kvantu fizikas dzimšanas dienu.

Planka atklājuma būtība ir šāda. Klasiskajā fizikā (līdz

Plankam) bija izveidojies uzskats, ka līdz baltkvēlei sakarsēta tā saucamā «absolūti melnā ķermeņa» nepārtrauktajā starojuma spektrā vislielākais enerģijas daudzums ir starojumam ar visīsāko viļņa garumu. Šis secinājums izrietēja no visas fizikas teoriju iepriekšējās attīstības. Turpretim praktiskie mērījumi rādīja, ka pie ļoti augstām temperatūrām enerģijas maksimums neatrodas visīsāko viļņu joslā. Izrādījās, ka klasiskā starojuma teorija neatbilst īstenībai.

Planks atrada izeju no pretrunām starp teoriju un praksi, izvirzīdams drosmīgu hipotēzi, kas nozīmēja apvērsumu fizikā: klasiskā fizika nevar pārvarēt šīs pretrunas tāpēc, ka tās pamattēze par gaismas enerģijas nepārtraukto izstarošanu ir aplama. Šis pamattēzes vietā jāliek jauna tēze: ķermenis izstaro gaismu nevis nepārtraukti, bet diskrēti, atsevišķām porcijām, ko Planks nosauca par kvantiem un kas vēlāk tika nosauktas par fotoniem. Katrs fotons aiznes sev līdz noteiktu enerģijas daudzumu. Planks uzskatīja, ka vismazākā enerģijas porcija ϵ , kas vienāda ar viena gaismas kvanta enerģiju, ir proporcionāla gaismas frekvencei, un tādējādi ieguva formulu $\epsilon = h\nu$.

Šajā formulā ν apzīmē gaismas frekvenci, bet reizinātājs h ir pastāvīgs lielums, kas zinātniekam par godu nosaukts par «Planka konstanti». No šīs formulas redzams, ka enerģijas kvantiem ir dažāds lielums. Vislielākie kvanti ir stariem ar vismazāko viļņa garumu, jo to svārstību frekvence ir ļoti liela.

Tā radās kvantu teorija, ko vēlāk apstiprināja vesela virkne fakti un kas izveidojās par mūsdienu kvantu mehāniku — visas mikropasaules fizikas pamatu.

Kā tad kvantu teorija atrisināja klasiskās fizikas pretrunas jautājumā par enerģijas sadalījumu absolūti melnā ķermeņa spektrā? Violetajiem stariem, kuru svārstību frekvence ir vislielākā, būs lielāki kvanti, tas nozīmē, ka dotajā

spektra daļā ir ļoti liels enerģijas blīvums. Ķermeņa temperatūrai paaugstinoties, palielinās enerģijas daudzums, ko tas saņem, tālād tiek izstaroti lieli kvanti un starojuma maksimums pārvietojas uz spektra violeto daļu. Bet, lai maksimums pārvietotos uz spektra daļu ar ļoti mazu viļņa garumu, ķermenim jāsaņem milzīgs daudzums enerģijas, jo tādai maksimuma pārvietošanai vajadzīgi ļoti lieli enerģijas kvanti. Protams, šādu kvantu radīsies arvien mazāk un mazāk un enerģijas blīvums spektra malējā — violetajā daļā samazināsies. Pie dotās pastāvīgās ķermeņa temperatūras radīsies vislielākais kaut kādu kvantu daudzums, un šī parādība dos atbilstošajā spektra vietā maksimālo enerģijas blīvumu.

Plankam izdevās izteikt savu teoriju matemātiskā formulā, kas nosaukta par Plankā formulu. Šī formula apstiprināja, ka teorētiski atrastais enerģijas sadalījums spektrā saskan ar eksperimentāli konstatēto.

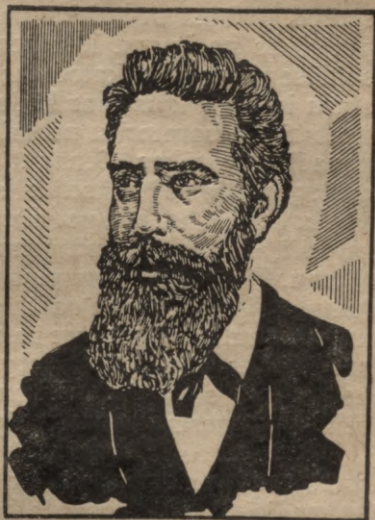
Tādējādi fizikā radās mācība par enerģijas kvantēšanu. Ar laiku šī ideja Einšteina, Bora, Heizenberga, Diraka un citu fiziķu darbos izveidojās par viengabalainu kvantu teoriju, kas ne tikai izskaidro gaismas parādības, bet ir atomfizikas pamatakmens.

Planka ģenialitāte slēpjas tajā apstākļī, ka viņš nebaidījās nonākt pretrunās ar uzskatiem, kādi bija izveidojušies zinātniekiem. Apvērsumu varēja izdarīt tikai tāds cilvēks, kas bija pārliecināts par to, ka zinātne nevar apstāties savā attīstībā, tāpat kā sabiedrības dzīve nevar pilnīgi apstāties kādā noteiktā fāzē.

Planks apvienoja sevī zinātnieka vīrišķību ar milzīgu pilsonisko drosmi un ticību cilvēces progresam. Tāpēc mēs augstu novērtējam šo lielo zinātnieku, kas palīdzēja cilvēkiem atklāt un izzināt dažus visuma noslēpumus.

BRĪNUMSTARU ATKLĀJĒJS

Vilhelms Rentgens
(1845—1923)



1895. gada vēlā rudenī klusas senatnīgas vācu pilsētiņas Virčburgas universitātes laboratorijā Vilhelms Rentgens, padzīvojis profesors ar atlētisku augumu, tumšiem, mazliet iesarkaniem matiem un plātu, kuplu bārdu, aizrautīgi pētīja katodstarus, kas radās vakuumcaurulēs, kad tām laida cauri augstsprieguma strāvu. Viņš līdz vēlai naktij sēdēja laboratorijā, kas bija apgādāta galvenokārt ar paštaisitām ierīcēm. Šajā 8. novembra vakarā abi Rentgena asistenti bija aizgājuši mazliet agrāk, bet zinātnieks joprojām štrādāja. Viņš ieslēdza augstsprieguma strāvu vakuumcaurulē, ko no visām pusēm sedza melns papīrs, kas necaurspīdīgs neredzamajiem stariem, un pēkšņi ieraudzīja, ka bārija platīna cianīda kristāli, kas atradās uz galda netālu no caurules, izaigojās koši zaļganā gaismā. Kad viņš izslēdza

strāvu, gaisma acumirkli nodzisa, bet, kad ieslēdza, — tā parādījās no jauna. Rentgens tūlīt nodomāja, ka kristālu spīdēšanu nerada katodstari. Droši vien pati caurule šo staru ietekmē kļūst par kādu jaunu staru avotu. Profesors neatstāja laboratoriju ne šajā naktī, ne nākošajā. Viņš šeit pavadija vairākas diennaktis. Zinātnieks savam draugam zoologam Boveri rakstīja: «Esmu atklājis kaut ko interesantu, bet vēl nezinu, vai mani novērojumi ir pareizi.» Laboratorijā novietoja Rentgena gultu, šeit viņam nesa arī ēdienu. Viņa sieva, kam viņš bija pastāstījis par savu atklājumu, rakstīja saviem radniekiem, ka ar Vilhelmu notiek kaut kas nesaprotams un ka viņa esot nopietni uztraukusies par tā veselību. Bet Rentgens joprojām caurām naktīm neatlaidīgi strādāja, pētīdams jaunatklātos iksstarus, kas vēlāk tika nosaukti par rentgenstariem.

Mūsu dienās ikviens kulturāls cilvēks zina par šiem apbrīnojamiem stariem, ko tik plaši izmanto zinātnē, tehnikā un medicīnā. 19. gadsimta beigās Rentgena atklājums bija patiešām sensacionāls. Bez šaubām, rentgenstari nebija nejaušs zinātnieka atklājums. Šā atklājuma pamatā bija iepriekšējie pētījumi. Vēl vairāk, katodstaru caurules pastāvēja jau vairāk nekā 40 gadu pirms Rentgena pētījumiem, un, protams, tajās radās iksstari. Tā, piemēram, šādu starus bija ieguvis vācu fiziķis Lenards, kas strādāja ar tādām pašām caurulēm, bet nebija pievērsis tiem uzmanību. Jaunos starus atklāja Rentgens, jo viņš bija ļoti talantīgs cilvēks un prata novērot. Tieši Rentgens bija tas, kurš ne tikai saskatīja, bet arī rūpīgi un vispusīgi izpētīja jaunatklāto parādību. Kad zinātniekam vēlāk jautāja, par ko viņš domājis, kad pirmoreiz ieraudzījis iksstarus, viņš atbildējis: «Ēs nedomāju, es pētīju.» Vācu fiziķis Makss Laue sacīja, ka Rentgens izcēlis no neziņas tumsas zinātniskai izpētei to, kam neviens vien zinātnieks pirms viņa pagājis garām.

Septiņās spraiga darba nedēļās Rentgens noskaidroja visu būtiskāko, kas attiecās uz jauno starojumu, un izteica savas domas 17 tēzēs, kas aizņēma vairākas lappuses. Raksturīgi, ka eksperimenti tika izdarīti ar visvienkāršākajiem līdzekļiem, bet galvenā ierīce bija lapiņu elektroskops. Tiesa, katras staru īpašības pētīšanai viņš izdomāja vienkāršas, bet ļoti asprātīgas metodes, kas deva iespēju rūpīgi un vispusīgi izpētīt jaunus starus. Rentgens par šiem stariem uzrakstīja tikai trīs rakstus, taču tie bija tik izsmelši, ka desmitiem līdzīgu darbu, kas iznāca vēlāk, ne ar ko būtisku nevarēja papildināt viņa klasiskos darbus.

Būdams lielisks eksperimentētājs, Rentgens atklāja, ka jaunais starojums rodas tur, kur katodstarus bremzē caurules stikls vai kāds cits šķērslis tās iekšpusē, pie tam iksstari bija jo intensīvāki, jo blīvāks bija ķermenī, kas stāvēja katodstariem ceļā. Jau pirmajos mēģinājumos zinātnieks atrada visracionālāko caurules konstrukciju — tai bija slīps platīna antikatods un ieliekts katods. Viņš izdarīja arī pirmos rentgenuzņēmumus. Visas galvenās jauno staru īpašības — ļoti lielo caurspiešanās spēju, refleksijas un refrakcijas trūkumu, spēju stipri jonizēt gaisu — izpētīja Rentgens pats. Taču arī tas viņu neapmierināja. Starus izklīdē dažādu vielu atomi. Tādā gadījumā, sprieda Rentgens, ja atomi ir izvietoti pareizi, kā tas ir kristālos, izklīdei un absorbcijai ir jābūt atkarīgai no virziena. Rentgens, protams, nevarēja atklāt staru difrakcijas parādības, jo ne iksstaru viļņu daba, ne to viļņa garums tad vēl nebija zināmi. Akadēmiķis A. Jofe savās atmiņās par Rentgenu rakstīja: «1895. gadā vēl nebija sagatavota augsne jaunam atklājumam, bet Rentgens zināja, kur to meklēt.» Staru difrakciju atklāja Laue 17 gadus pēc Rentgena pētījumiem.

1896. gada sākumā visu pasauli aplidoja vēsts par jaunajiem stariem, bet Rentgena brošūra tika pārtulkota krievu, angļu, franču un itāļu valodā. Tā paša gada 25. jan-

vārī notika zinātnieka pirmā publiskā uzstāšanās dabas pētnieku biedrības sēdē Vircburgā. Šeit pat Rentgens izdarīja biedrības priekšsēdētāja, ievērojamā anatoma Kellikera rokas uzņēmumu. Referāts izraisīja ovāciju vētru, bet Kellikers norādīja uz atklājuma lielo nozīmi dabas zinātnēs, it īpaši medicīnā, un ierosināja nosaukt iksstarus Rentgena vārdā. Rentgena atklājums bija sensācija zinātnes pasaulē un guva plašu atbalsi visās valstīs. Sevišķi spēcīgu ietekmi uz nekompetentiem cilvēkiem atstāja rokas — dzīva cilvēka skeleta «bez miesas» — rentgenuzņēmumi. Protams, reizē ar patiesību dažkārt izplatījās arī fantastiskas baumas, tika uzrakstīts daudz muļķību un bezjēdzību. Taču šis kņadas vaininieks, atteicies no publiskas uzstāšanās, nodarbojās ar jauno staru pētīšanu līdz pat 1898. gadam. Turpmāk viņš pie šiem darbiem vairs neatgriezās.

Kāda ir šā atklājuma nozīme? Kāpēc to dēvē par revolucionāru atklājumu, kas iezīmē pilnīgi jaunu pagrieziena fizikas zinātnes attīstībā? Pēc Herca izcilajiem eksperimentiem, ko viņš veica 80. gadu beigās, lai atklātu elektromagnētisko viļņus, stāvoklis fizikā stabilizējās klasiskā virziena ietvaros. Galvenie darbi tika veltīti Maksvela radītās elektromagnētiskās teorijas eksperimentālai apstiprināšanai. Siltums, optika, magnētisms, elektrība kļuva par vienas kopīgas elektromagnētisma teorijas nodaļām. Daudzveidīgu mītisku vidu vietā radās viens elektromagnētisks ēters, kura struktūrai, pēc Maksvela un Herca domām, jābūt mehāniskai. Likās, ka staltā fizikas ēka ir gandrīz uzcelta. Taču tā izrādījās ļoti nestabila. Rentgenstari, radioaktivitāte, bet pēc tam gaismas kvantu teorija un daudz kas cits apgāza gandrīz visus pierastos priekšstatus. Rentgenstaru atklāšana noteica daudzu fizikālu parādību pētīšanas metodes, deva iespēju nevis vienkārši aprakstīt faktus, bet izpētīt to būtību. Kopš šā laika, sākās elementārdaļiņu un elementāro procesu pētīšana, un notika tas šādu trīs iemeslu dēļ.

Pirmkārt, pēc rentgenstaru viļņu īpašību atklāšanas šie viļņi ilgu laiku bija visīsākie no visiem viļņiem, kādi vien fiziķiem bija zināmi. Tiem piemīt spējas iespieties vielas iekšienē līdz visdziļākajām elektronu čaulām. Tas deva zinātniekiem iespēju iegūt ziņas par atoma kodolu, tā lādiņu, dot izskaidrojumu Mendelejeva periodiskajai sistēmai.

Otrkārt, kad bija radīta gaismas kvantu teorija, izrādījās, ka rentgenstaru kvanti ir gandrīz vislielākie no visiem kvantiem, kurus iespējams fizikāli tieši izpētīt.

Treškārt, rentgenstari pēc Laue atklājuma kļuva neaizstājami vielas kristāliskās struktūras pētīšanā. Rentgena metodika deva iespēju piešķirt jēdzienam «kristālrežģis» konkrētu fizikālu saturu, atklāt kristālu eksistēšanas pazīmes šķidrumos un stiklā — tur, kur tie var eksistēt dīgļa stadijā. Rentgenstaru atklāšana apstiprināja, ka matērijai ir viļņu īpašības, un deva iespēju precīzāk noteikt jau agrāk zināmo Avogadro skaitli, kas izsaka molekulu skaitu vienā vielas gramekvivalentā. Rentgenstari kļuva par varenu ieroci cīņā ar slimībām. Radās speciālas zinātnes nozares, kas bija saistītas ar brīnumstaru izmantošanu: rentgenoloģija, rentgendiagnostika, rentgenometrija, rentgenstruktūranalīze un daudzas citas.

Vilhelms Konrads Rentgens dzimis 1845. gadā nelielā Vācijas pilsētiņā Lenepē, kas atrodas netālu no Holandes robežas. Viņš bija vienīgais dēls ģimenē. Vilhelma tēvam Fridriham Konradam piederēja neliela tūka fabrika. Rentgena māte Šarlote Konstance bija cēlusies no bagātas holandiešu ģimenes.

Vilhelms savus bērnības gadus pavadīja pie mātes vecākiem, mācījās ģimnāzijā Utrehtes pilsētā. Zēns ne ar ko īpaši neizcēlās, mācījās viduvēji, ļoti milēja vērot dabu un pastāvīgi kaut ko meistaroja. Nākamo zinātnieku ļoti ietekmēja māte, kas bija kulturāla sieviete. Kāds gadījums, kas

norisinājās īsi pirms ģimnāzijas beigšanas, noteica Vilhelma tālāko likteni. Viens no Rentgena biedriem uzzīmēja karikatūru par skolotāju, ko skolēni nemilēja. Skolotājs, to uzzinājis, uzvēla vainu Rentgenam, lai gan viņam nebija nekāda sakara ar šo zīmējumu. Taču Vilhelms nenodeva biedru un tika izslēgts no ģimnāzijas. Māte ar savu atbalstu palīdzēja dēlam pārciest šo pirmo smago pārbaudījumu. Kaut gan tēvs protestēja un gribēja, lai dēls ietu viņa pēdās, māte tomēr piespieda Vilhelmu patstāvīgi gatavoties eksāmeniem gatavības apliecības iegūšanai. Viens no eksāmenu komisijas locekļiem bija skolotājs, kura dēļ Rentgenam izslēdza no ģimnāzijas. Zēnam uzstādītās prasības bija pārāk augstas un netaisnīgas. Rentgens neizturēja eksāmenus un drīz vien iestājās mašīnbūves skolā Apeldornes pilsētā Holandē.

Nejauši uzzinājis, ka nesen organizētajā Cīrihes politehniskajā institūtā uzņem personas, kam nav gatavības apliecības, viņš 1865. gada pavasarī aizbrauca uz Šveici. Lekciju apmeklēšana institūtā nebija obligāta, un studenti klausījās dažādus kursus pēc pašu izvēles.

Sākumā Rentgens nenodarbojās ar zinātņi sistemātiski. Taču pēdējos cursos viņš aizrāvās ar eksperimentālo fiziku. Talantīgais fiziķis eksperimentētājs Augusts Kundts ievēroja spējīgo studentu un piedāvāja viņam pēc institūta beigšanas asistenta vietu fizikas katedrā. Pēc gada Rentgens jau aizstāvēja disertāciju un ieguva zinātņu doktora grādu. Cīrihe uz visu mūžu kļuva Rentgenam par mīlāko pilsētu. Šeit viņš kļuva par kaislīgu alpinistu, labu šāvēju, šeit Vilhelms sadraudzējās arī ar emigrantu — revolucionāru, studentu mīluli Ludvigu, kas bija aizbēdzis no Vācijas pēc 1848. gada revolūcijas. Vēlāk Rentgens apprecēja vienu no viņa meitām — Bertu Ludvigu.

Drīz vien Kundts pārcēlās uz Vircburgu, viņam līdz aizbrauca arī Rentgens, kas tajā laikā bija kļuvis par zi-

nātnieka labāko asistentu. Tomēr Vircburgā Rentgenam nebija iespējams mierīgi strādāt, jo profesori nevarēja piedot, ka viņam nebija gatavības apliecības un klasiskas izglītības, kaut gan erudīcijas ziņā viņš nepavisam neatpalika no tiem. Daudz labāk bija strādāt jaunajā Štrasburgas universitātē, uz kuriem vēlāk pārcēlās Kundts un Rentgens. Kundta skolā izauga izcili fiziķi eksperimentētāji, tajā skaitā krievu zinātnieki P. Ļebedevs un A. Eihenvalds.

Viss labākais, kas bija raksturīgs Kundta skolai, — rūpīgs, oriģināls eksperiments, prasme ņemt vērā iespējamās kļūdas, precīzi novērtēt rezultātu — iemiesojās Rentgena darbos. Šajā laikā viņš publicēja veselu virkni interesantu darbu.

1879. gadā Rentgens sāka strādāt par profesoru Gīsenē, bet deviņus gadus vēlāk viņam piedāvāja vietu Vircburgas universitātē, tajā pašā universitātē, kuras profesori kādreiz tik naidīgi bija uzņēmuši jaunekli. Zinātnieks bija apmierināts ar šo uzvaru — viņš kļuva par Vircburgas universitātes fizikas institūta direktoru. Šeit visā krāšņumā uzplauka Rentgena talants, un viņš iemantoja sava laika labākā eksperimentētāja slavu.

Rentgens uzrakstījis pavisam 25 darbus, tomēr ikviens no tiem ir uzrakstīts ārkārtīgi rūpīgi, ar lielu precizitāti. Viņš pētīja ne tikai rentgenstarus, bet arī tāda dielektriķa magnētisko lauku, kas kustas elektriskajā laukā, šķidrumu, gāzu un kristālu īpašības, kā arī elektrooptiskas parādības. Būdams ļoti prasīgs pret sevi, Rentgens publicēja darbus tikai tad, kad tajos vairs nebija nekādu neskaidrību, bet rezultāti bija galīgi un neapšaubāmi. Rentgenam raksturīgas spējas atrast vienkāršu un oriģinālu uzdevuma risinājumu ar paštaisītu, vienkāršu ierīču palīdzību. Tā, piemēram, ievērojami fiziķi Tindals un Magnuss vairākus gadus strīdējās par to, kas absorbē infrasarkanos starus — ūdens

tvaiki vai gaiss. Lai to noskaidrotu, viņi pat izdarīja mērījumus Monblānā. Rentgens šo jautājumu atrisināja ar ļoti vienkāršu un asprātīgu metodi. Viņš izmērija, kā mainās temperatūra divos traukos (ar ūdens tvaikiem un sausu gaisu), ja tos apgaismo ar infrasarkanajiem stariem. Ja gāze absorbē infrasarkanos starus, tad tās temperatūrai noteikti jāpaaugstinās.

Ilgu laiku uzskatīja par nepārspētiem precizitātes ziņā Rentgena izdarītos gāzu siltumietilpības attiecības C_p/C_v , viskozitātes un šķidrums dielektrisko konstantu un dažu citu konstantu mērījumus. Katrā Rentgena darbā bija kāda oriģināla ideja vai arī tā pamatā bija jauna eksperimenta veikšanas metodika. Vēlāk izcilais fiziķis Zommerfelds šai sakarībā rakstīja: «Pat tad, ja Rentgens nebūtu atklājis savus starus, viņš paliktu zinātnes vēsturē kā viens no lielākajiem 19. gadsimta fiziķiem.»

1900. gadā Rentgens pārcēlās uz Minheni un kļuva par universitātes fizikas institūta direktoru. Daudz laika viņam aizņēma administratīvais darbs. Vēstulēs, ko Rentgens šajā laikā rakstīja draugiem, viņš žēlojās par ierēdņiem, kas ierobežojot institūtam līdzekļus un līdz ar to kavējot zinātnes attīstību.

Neraugoties uz to, ka Rentgena acu priekšā sabruka vecie jēdzieni un priekšstati, viņa pasaules uzskats pilnībā atbilst klasiskajai fizikai. Viņš ļoti augstu vērtēja labākos «jaunās fizikas» pārstāvjus Rezerfordu, Milikenu, Zommerfeldu, Einšteinu un Boru (Boru Rentgens izvirzīja par Nobela prēmijas kandidātu), taču pats turējās malā no tās, un, jo vairāk tika publicēts visādu ziņojumu, jo rūpīgāk un precīzāk zinātnieks pamatoja savus darbus un piesardzīgāk publicēja eksperimentu rezultātus. Kaut gan Rentgena atklājums pilnībā bija piekļaujami jaunajai fizikai, viņš jo-projām palika ļoti konservatīvs, necieta hipotēzes, piesardzīgi izturējās pret vārdu «elektrons». Viņš uzskatīja, ka

«tas vēl ir tikai vārds, kam nav satura». Bija vajadzīgs ilgs laiks, lai zinātnieks atzītu, ka ir iegūts pietiekami daudz eksperimentālo datu, kas apstiprina elektrona eksistenci.

Šāda Rentgena nostāja ir saprotama. Pēc rentgenstaru atklāšanas parādījās daudz ziņojumu par citu staru veidu atklāšanu. Šie «atklājumi» daļēji bija šarlatānisku viltību rezultāts, daļēji tie bija apzinīgu pētnieku kļūdas. Tā, piemēram, franču fiziķis Blondlo «atklāja» N starus, ko it kā izstarojot visdažādākie priekšmeti: nūja, vīle u. c. Blondlo apgalvoja, ka, nonākuši uz fluorescējoša ekrāniņa, šie stari radot tā satumšanu, kā arī izraisot dažas bioloģiskas iedarbības. Ziņojumu publicēja Parīzes Zinātņu akadēmijas referātos, parādījās ļoti daudz citu rakstu, bet pēkšņi izrādījās, kā N staru atklāšana bijusi kļūda, ko izskaidroja ar cilvēka acs fizioloģiskajām īpatnībām. Vēlāk Blondlo pierādīja, ka rentgenstari izplatās ar elektromagnētiskā starojuma ātrumu. Diemžēl pēc skandalozā notikuma ar N stariem pret viņa eksperimentiem neizturējās ar vajadzīgo nopietnību.

Rentgens ārkārtīgi necieta šādus pārsteidzīgus ziņojumus, kam nebija nopietna eksperimentāla pamatojuma. Viņš savus eksperimentus neuzskatīja par kāda noteikta izveidojušās priekšstata pārbaudes veidu. Zinātnieks vispirms vispusīgi un objektīvi izpētīja parādību un aprakstīja to; turpretī izskaidrojumam viņš nepiešķīra būtisku nozīmi. Tā bija likteņa ironija, ka vienīgā Rentgena hipotēze par to, ka viņa atklātajiem stariem ir garenviļņu veids, izrādījās aplama. Zinātnē viņš atzina galvenokārt tikai faktus, precīzus mērījumus, eksperimentālus pierādījumus un necieta minējumus. Droši vien ar to daļēji arī izskaidrojama viņa vēlēšanās, lai pēc nāves sadedzinātu visas piezīmes, tajā skaitā arī tās, kas attiecās uz dažiem pētījumiem, kurus viņš veica kopā ar A. Jofi.

Acīm redzot, Rentgens uzskatīja, ka šie darbi vēl nav pilnībā pabeigti un pietiekami pārbaudīti. Rentgens bija ļoti noteikts un konsekvents un nereķinājās ne ar kādu ietekmi. Tā, piemēram, Rentgens Minhēnes universitātē ilgi cīnījās par Zommerfelda kandidatūru, kuram pēc Lorenca aiziešanas piedāvāja teorētiskās fizikas katedru, lai gan pats ne vienmēr piekrita Zommerfelda uzskatiem.

Rentgens bija ļoti vienkāršs cilvēks. Pēc iksstaru atklāšanas zinātniekam piedāvāja vadošus amatus Prūsijas Zinātņu akadēmijā un Berlīnes universitātē, viņu burtiski apbēra ar apbalvojumiem un diplomiem. Bet Rentgens atraidīja visus priekšlikumus, atteicās no daudziem ordeņiem, sava izgudrojuma patentiem un visādiem ienākumiem, ko viņam apsolīja dažādas firmas, kas bija nojautušas, ka no zinātnieka atklājuma iespējams iegūt milzīgu peļņu. Rentgens ļoti labi saprata, kāda nozīme ir viņa atklājumam, taču viņam bija pilnīgi sveša iedzīvošanās kāre; viņš palika vienaldzīgs arī pret goda apliecinājumiem. Bavārijas karalis apbalvoja Rentgenu ar augstu ordeni un iecēla viņu muižnieku kārtā. Taču zinātnieks atteicās no šāda pagodinājuma, kā arī no titula «fon» pievienošanas savam uzvārdam. Viņš pieņēma tikai Nobela prēmiju, ko viņam pirmajam no fiziķiem piešķīra 1901. gadā.

Rentgens bija principiāls, godīgs un neuzpērkams ne tikai zinātnē, bet arī attiecībā ar cilvēkiem. Viņš vienādi izturējās kā pret vienkāršiem cilvēkiem, tā pret augstu stāvošām personām. Visiem ir zināma viņa sadursme ar ķeizaru Vilhelmu II. Rentgens Minhēnes muzejā vadīja fizikas nodaļu un reiz rādīja Vilhelmam eksponātus. Kad ķeizars sāka ļoti viduvēji raksturot Rentgenam artilērijas nodaļu, par kuras lietpratēju sevi uzskatīja, zinātnieks pareizi aizrādīja, ka tas viss jau sen esot zināms un nekā interesanta tur neesot. Apvainotais ķeizars aizgāja neatvadījies un kļuva par Rentgena mūžīgu ienaidnieku.

Būdams pēc dabas skarbs un noslēgts, Rentgens vēlāk kļuva arvien nesabiedriskāks. Viņš nepiedalījās dabas pētnieku kongresos, ļoti reti un nelabprāt uzstājās publiski. Viņa lekcijas bija pasausas un garlaicīgas, lai gan tās bija ilustrētas ar nevainojami izdarītiem eksperimentiem. Zinātnieka pazišanās ar daudziem ievērojamiem tā laika fiziķiem aprobežojās ar tiri lietišķām attiecībām. Viņš atplauka tikai ļoti šaurā savu nedaudzo draugu pulkā. A. Jofe, atcerēdamies Rentgenu, rakstīja: «Rentgeni reti varēja redzēt smaidām. Taču es redzēju, ar kādu aizkustinošu gādību viņš izturējās pret savu slimo sievu, kā izlīdzinājās viņa grumbas, kad viņu bija aizrāvis zinātnisks jautājums vai arī kad mēs slēpojām vai laidāmies ar kamaniņām no kalna.»

1919. gadā 74 gadu vecumā zinātnieks aizgāja no darba. Kopš tā laika viņš dzīvoja pilnīgi noslēgti un savrup. Šajā pašā gadā nomira viņa sieva, un viņš palika gluži viens (bērnu Rentgenam nebija). Pēdējos mūža gadus zinātnieks dzīvoja lielā trūkumā. Pirmā pasaules kara laikā Vācijas varas iestādes pieprasīja, lai iedzīvotāji nodod vērtslietas, un viņš visu savu naudu, tajā skaitā arī Nobela prēmiju, atdeva valstij. Pēckara sabrukuma un inflācijas periodā Rentgens burtiski dzīvoja badā.

Rentgena politiskie uzskati bija raksturīgi viņa aprindu un laikmeta zinātnieku uzskatiem, viņš bija liberālis, monarhijas pretinieks. Kad sākās pirmais pasaules karš, Rentgens nepakļāvās Vācijā valdošā šovinisma ietekmei, vēstulēs draugiem viņš izteica sašutumu par vācu birģeļu augstprātību un uzpūtību, protestēja pret to, ka vācu koncentrācijas nometnēs krievu gūstekņi mirst no tīfa, sāpīgi pārdzīvoja antisemitisma vēršanos plašumā. Viņam bija svešas jebkādas rasisma izpausmes. Diemžēl viņš nesaprata arī komunistus, tāpat kā nebija izpratis arī Padomju republiku Bavārijā.

Kad brūnais fašisma mēris bija pārņēmis Vāciju, Rentgena vārds kļuva par uzbrukumu objektu. Šai ziņā sevišķi izcēlās fiziķi nacisti Johans Štarks un Filips Lenards. Lenards pat mēģināja apvainot Rentgenu par plaģiēšanu, bet staru atklāšanas nopelnus piedēvēt sev. Tam par cēloni bija ne tikai skaudība par izcilā zinātnieka panākumiem, bet arī politiski apsvērumi: Lenards labi saprata, ka Rentgens bija fašisma idejisks pretinieks.

Rentgens miris 1923. gada 10. februārī 78 gadu vecumā. Visa pasaule pazina viņa starus, bet viņu pašu bija gandrīz aizmirsusi. Brīnumstaru atklājēja mirstīgās atliekas apglabātas Gīsenes kapsētā. Pirmie mēģinājumi padarīt nemirstīgu Rentgena piemiņu tika veikti mūsu zemē. Leņingradā zinātniekam uzcelts piemineklis, bet Liceja iela nosaukta par Rentgena ielu.

CILVĒKS, KURŠ IELŪKOJIES NEREDZAMAJĀ

Ernests Rezerfords
(1871—1937)



1891. gadā Kraistčerčas pilsētā (Jaunzēlandē) Jaunzēlandes universitātes studentu zinātniskās biedrības sēdē lasīja referātu II kursa students Ernests Rezerfords. Klausītāji — tādi paši studenti kā referents — uzmanīgi sekoja jaunekļa satrauktajai runai, daži nepacietīgi grozīja galvu, skeptiski izturoties pret idejām, ko ar tādu degsmi izklāstīja referents.

Rezerfords referēja par tematu «Elementu evolūcija». Viņš izteica domu, ka elementu atomiem ir sarežģīta uzbūve, ka vieni elementi ir cēlušies no citiem elementiem. Šīs idejas aizrāva klausītājus ar savu jaunumu, lika tiem iztēloties visu elementu saistījuma perspektīvas. Diemžēl šīm aizraujošajām un fantastiskajām idejām nebija nekāda

zinātniska pamatojuma. Referents, izņemot atsaukšanos uz to, ka šīs idejas dominējušas senā pagātnē, un uz noraidīto Prouta hipotēzi, ka visi elementi sastāv no ūdeņraža, nevarēja minēt nevienu pierādījumu, kas apstiprinātu viņa izteikto domu. Un, kad daudzi no klausītājiem asi kritizēja referātu, apvainodami tā autoru par aizraušanos ar fantastiku un par tā laika zinātnes stāvokļa nezināšanu, jauneklis saprata, ka aizgājis pārāk tālu. Viņš samulsis piekrita izteiktajai kritikai.

Sajā epizodē Rezerfords atklājās tāds, kāds viņš bija visu mūžu: viņš bija drosmīgs teorētiskās domāšanas jomā, nebaidījās no fantastikas elementiem, bez kuras nav iespējama zinātniskā jaunrade, bija vienkāršs un atzina savas kļūdas. Viņš bija uzticīgs savam skolotājam Bikertonam — universitātes ķīmijas un fizikas pasniedzējam, kas mācīja savus studentus būt neatlaidīgiem savos centienos, aizrāva viņus ar drosmīgiem, pa lielākai daļai fantastiskiem projektiem un teorijām. Tiesa, ar laiku Rezerfordam izveidojās arī citas rakstura iezīmes: noteiktība savu zinātnisko hipotēžu pamatošanā, tieksme ikvienu domu pārbaudīt ar eksperimentu. Te bija jūtama viņa otrā skolotāja — matemātiķa Kuka ietekme, kurš prasīja, lai formulējumi un aprēķini būtu absolūti precīzi.

Trešo Rezerfordam raksturīgo īpašību — spējas strādāt pa 18 stundām diennaktī, prasmi atrisināt jebkuru praktisku jautājumu — ieaudzināja viņā dzīve tēva fermā, trūcīga fermeru ģimenē, kurā bija 12 bērnu. Ernestam, ceturtajam bērnam, vajadzēja strādāt, lai ģimene varētu savilkt galus kopā. Zēna lielās darba spējas deva viņam iespēju pabeigt pamatskolu kā pirmajam skolēnam un saņemt stipendiju, kas pavēra viņam vidusskolas durvis. Pēc vidusskolas beigšanas Ernestam atkal piešķīra stipendiju, un viņš iekļuva universitātē, bet prēmija, ko saņēma, universitāti beidzot, pavēra jauneklim ceļu uz Kembridžas universitāti Anglijā.

Ziņu par to, ka viņam piešķirta prēmija, lai varētu mācīties universitātē, Ernests saņēma kartupeļu novākšanas laikā. Viņš iesmējās un sacīja: «Acīm redzot, šie ir pēdējie kartupeļi, ko es roku.» Vienkāršs fermeris nevarēja cerēt uz kāda palīdzību. Tāpēc Rezerfordam par saviem panākumiem zinātnē jāpateicas darba mīlestībai, neatlaidībai, pašdisciplīnai — īpašībām, ko viņš bija ieguvis tēva mājās. «Rezerfords strādāja kā tīģeris,» teica viņa skolnieks Marsdens.

Taču viss kļūst skaidrs tikai tad, kad novērtējam visu Rezerforda nodzīvoto mūžu. Kad viņš pirmoreiz lasīja referātu par elementu evolūciju, ne viņam, divdesmit gadu vecam jauneklim, ne viņa audzinātājiem, ne biedriem, kas viņu kritizēja, nebija zināms, ka referāta autors visu savu dzīvi veltīs jautājumiem, ko viņš izklāstīja ar jauneklīgu dedzību, kā viņš neapgāžami pierādīs gan atomu uzbūves sarežģītību, gan iespēju pārvērst vienu elementu citā elementā un pirms nāves uzrakstīs rakstu «Mūsdienu alķīmija», kurš sasauca ar viņa pirmo referātu un kurā ir frāze, kas prasīja viņam desmit darba gadu: «Atomu nemainības ideja saņēma smagu triecienu, kad 1902. gadā atklāja, ka divu labi pazīstamu elementu — urāna un torija atomi pakļauti īstam spontānas pārvērtības procesam, kaut arī tas noris ļoti lēnā tempā.»

Pat pēc universitātes beigšanas Rezerfords vēl nesapņoja par zinātnieka karjeru, kaut gan biedri un skolotāji saskatīja viņā nākamo zinātnieku. Sākumā viņu nevaldzināja iespēja braukt uz Kembridžu: viņa vecvectēvs kādreiz bija bēdzis no Anglijas uz Jaunzēlandi, lai paglābtos no bada. Ko labu viņam solīja brauciens uz šo zemi? Turklāt šeit, Kraistčerčā, dzīvoja vienkārša universitātes studente Mērija Ņūtona. Bet apprecieties un braukt kopā ar viņu uz tālo, miglā tīto Angliju nebija iespējams — prēmijas nepietiktu diviem.

Un Rezerfords nolēma kļūt par vidusskolas skolotāju. Par laimi skolotājs no viņa neiznāca. Viņš pastāvīgi aizrāvās, tēlodams skolēniem zinātnes grandiozās perspektīvas, tādēļ skolēni nevarēja apgūt skolas programmu. Rezerfords drīz vien vilās savā darbā. Nepiemērotība pasniedzēja darbam bija raksturīga zinātniekam arī tad, kad viņš bija kļuvis par profesoru. Rezerfords aizrautīgi izklāstīja studentiem to, kas attiecās uz problēmas fizikālajiem aspektiem, bet nekad nenoveda līdz galam jautājuma matemātisko pusi. Kļūdījies kādā pierādījumā, Rezerfords samulsis nolika krītu pie tāfeles un sacīja klausītājiem: «Ja visus izrīsinājumus izdarītu pareizi, tad arī iznāktu tā, kā es teicu.» Acīm redzot, viņš nekad negatavojās lekcijām un uzskatīja par nevajadzīgu tērēt laiku tam, ko var izlasīt jebkurā mācību grāmatā.

Tagad jau vairs nebija citas izejas kā vien atvadīties no vecākiem un Mērijas Ņūtonas un doties uz tālo Angliju. Rezerfords sāka strādāt slavenajā Kavendiša laboratorijā. Šo laboratoriju pazīst visas pasaules fiziķi. Tajā izdarīja savus izcilos zinātniskos pētījumus ievērojamie fiziķi Maksvels un Relejs. Kad Rezerfords atbrauca uz Angliju, laboratoriju vadīja slavenais fiziķis Džozefs Tomsons. Viņš ļoti labi uzņēma jaunekli. Šajā pašā laboratorijā ieradās arī franču fiziķis Pols Lanževēns. Ilgu laiku abi jaunieši strādāja kopā un kļuva nešķirami draugi. Šī draudzība zināmā mērā labvēlīgi ietekmēja arī padomju fizikas attīstību. Tam par cēloni bija apstākļi, ka Lanževēns, kļuvis par Francijas Komunistiskās partijas biedru un lielu Padomju Savienības draugu, ietekmēja šajā virzienā arī Rezerfordu. Tieši tāpēc tad, kad Padomju valdība lūdza atļauju padomju fiziķiem strādāt Kavendiša laboratorijā, Rezerfords, kas tai laikā bija tās direktors, labprāt deva piekrišanu. Mūsu zinātnieki — P. Kapica, J. Haritons un A. Leipunskis — dažādā laikā strādāja šajā laboratorijā.

Tomsons prasmīgi vadīja jauno fiziķu darbu, un Rezerfords triju gadu laikā, strādādams Kembridžā, izveidojās par zinātnieku un kļuva pazīstams zinātnes pasaulē. Šeit viņš sāka strādāt pie radioaktivitātes problēmām. Kā ikviens zinātnieks, arī Rezerfords balstījās uz pētījumiem, kas bija izdarīti pirms viņa. Viņš sacīja: «Zinātniekiem jābūt atkarīgiem nevis no atsevišķa cilvēka idejām, bet gan no tūkstošiem cilvēku gudrības, kuri domājuši par šo pašu problēmu, un ikvienam jāiemūrē savs ķieģelis lielajā fizikas ēkā.»

Laikā, kad Rezerfords strādāja Kavendiša laboratorijā, zinātnes pasaulē tika izdarīti visbrīnīgākie atklājumi. Tomsonam radās doma par elektrona pastāvēšanu, un viņš «medīja» šo nenotveramo burvi savā laboratorijā. Vācijas pilsētā Virzburgā profesors Vilhelms Rentgens atklāja neredzamus starus, kas iet cauri priekšmetiem, kuri ir «necaurspīdīgi» parastiem stariem. Parīzes politehniskās skolas profesors Anri Bekerels atklāja neredzamus starus, ko izstaro urāns. Atklāto parādību nosauca par radioaktivitāti. Populāros žurnālos tika publicēti raksti par šiem atklājumiem un ievietotas karikatūras par to, kā neredzamie stari, izspiezdami cauri sienām, dod iespēju «ielūkoties» cilvēku intīmajā dzīvē.

Tomsons uzdeva Rezerfordam izpētīt elektrisko izlādi gāzēs, cerēdams šajā parādībā atrast elektronu. Jaunais fiziķis rūpīgi veica darbu un atklāja gāzēs sātstrāvu. Taču Rezerfordu ieinteresēja jaunie stari. Viņš intuitīvi jūta, ka šajos staros rodami to ideju pareizības pierādījumi, kuras interesēja viņu studiju gados. Viņš eksperimentāli salīdzināja Rentgena starus ar Bekerela stariem un konstatēja, ka Bekerela stari atšķiras no Rentgena stariem. Rentgena stariem piemīt visas redzamo staru fizikālās īpašības, bet tie neiedarbojas uz redzi. Turpretim Bekerela stari pēc savām īpašībām krasi atšķiras no redzamajiem stariem. Rezerfords

izdarija eksperimentu, kas ieguva klasisku nozīmi: viņš Bekerela starus laida cauri spēcīgam magnētiskajam laukam un atklāja, ka tie sastāv no divējāda veida starojumiem. Viņš nosauca tos par alfa starojumu un beta starojumu.

Radās jautājums: kāpēc urāns izstaro? Rezerfordam atbilde bija gatava: urāna atomam ir sarežģīta uzbūve, un tas sabrūk. Taču Rezerfords vairs nebija students, bet gan 26 gadus vecs zinātnieks, pasauleslavenas zinātniskas iestādes darbinieks. Viņš prata apvaldīt savu jūtu uzliesmojumu: hipotēzei par urāna atoma sabrukšanu bija vajadzīgs pamatojums. Viņā dega vēlēšanās ķerties pie darba, bet negaidot viņam piedāvāja universitātes fizikas profesora vietu tālā Kanādas pilsētā Monreālā. 1897. gadā Monreāla bija neliela provinces pilsētiņa. Zinātnieku universitātē bija maz, laboratorijas nebija piemērotas zinātniskam darbam.

Taču Rezerfordam nebija izvēles. Viņa «prēmija» bija iztērēta, un vajadzēja meklēt līdzekļus iztikai. Tādēļ Rezerfords devās uz Monreālu. Seit viņš nostrādāja 10 gadu. Pēc diviem Kanādā nodzīvotiem gadiem jaunais zinātnieks paņēma atvaļinājumu, aizbrauca uz dzimteni un apprecējās ar Mēriju Ņūtonu.

Visa viņa turpmākā dzīve pagāja nepārtrauktā zinātniskā darbā. Pirmos 2—3 gadus viņš iekārtoja fizikas laboratoriju un izveidoja to par vienu no labākajām laboratorijām pasaulē. Rezerfords pavadīja tajā lielāko diennakts daļu un veica tūkstošiem eksperimentu.

Kamēr jaunais zinātnieks noņēmas ar laboratorijas iekārtošanu, citu valstu fiziķi izdarija vienu zinātnisku atklājumu pēc otra. Marija Sklodovska un viņas vīrs Pjērs Kirī, veidami milzīgu darbu, lai ķīmiski pārstrādātu 8 tonnas urāna piķa rūdas, 1898. gadā ieguva no tās decigramu tīra rādija hlorīda, kura vērtība tai laikā bija 15 000 rubļu mūsu pašreizējā naudā. Rādijs izrādījās 900 reīzu radioaktīvāks

par urānu. Pēc kāda laika Sklodovska atklāja arī trešo radioaktīvo elementu — toriju.

Rezerforda ideja par atomu sarežģīto uzbūvi bija apstiprinājusies. Viņš sāka meklēt šīs idejas visneapgāžamākos pierādījumus. Konsekventi veicdams milzum daudz eksperimentu, zinātnieks atklāja alfa staru un beta staru noslēpumus un pakāpeniski formulēja šādas likumsakarības:

1. Alfa stariem ir pozitīvs, bet beta stariem — negatīvs elektriskais lādiņš.

2. Visas vielas absorbē alfa starus spēcīgāk nekā beta starus.

3. Radioaktivitāte piemīt ne tikai urānam, rādijam un torijam, bet arī rādija emanācijai un torija emanācijai.

4. Alfa stari nav elektromagnētiskie viļņi. Tie ir īpašas fizikālas daļiņas — alfa daļiņas.

5. Alfa daļiņas nav nekas cits kā hēlija atomi.

6. Tā kā hēlija atomi rodas no urāna, rādija un torija atomiem, tad šo vielu atomi ir sarežģīti veidojumi. Tiem sabrūkot, rodas alfa daļiņas, beta daļiņas un atoma atlikums.

7. Izsviedis hēlija atomu, urāna atoms kļūst par kādu citu atomu; tātad dabiskās radioaktivitātes procesā notiek viena elementa pārvēršanās citā elementā.

Ikvienu no šiem slēdzieniem Rezerfords savos rakstos apstiprināja ar neskaitāmiem eksperimentiem.

Monreālā Rezerfords kopā ar angļu zinātnieku Sodi izstrādāja radioaktīvās sabrukšanas teoriju un atklāja šīs sabrukšanas likumus, kas atraduši vietu fizikas mācības grāmatās. Pamatojoties uz radioaktīvās sabrukšanas teorijas un prakses pētījumiem, Rezerfords secināja, ka sabrukšanas procesā izdalās milzīgs atomenerģijas daudzums. Viņa darba biedrs Sodi par to rakstīja: «Ēnerģijas pirmavots meklējams atomos — galvenajā visuma darbības avotā. Interesantākais šajā jaunajā parādībā ir patvaļīgā un pastāvīgā enerģijas izstarošana... Atomā slēpjas lieli enerģijas

krājumi, kurus zaudējot atomi pārveidojas.» Šo slēdzienu, kura nozīmi cilvēce varēja novērtēt tikai pēc atombumbu sprādziena, Rezerfords izdara 1908. gadā.

Ar Monreālā veiktajiem darbiem zinātnieks kļuva pazīstams visā pasaulē. Viņu ievēlēja par Londonas karaliskās biedrības goda biedru un apbalvoja ar Rumforda medaļu. Rezerfordu uzaicināja strādāt Mančēstras universitātē. Viņš pieņēma uzaicinājumu un 1907. gadā kopā ar sievu un sešus gadus veco meitiņu pārcēlās uz Angliju.

Mančēstrā Rezerfords nostrādāja 12 gadus. 1908. gada decembrī zinātnieks devās uz Stokholmu, lai saņemtu viņam piešķirto Nobela prēmiju. Pa ceļam tvaikonis piestāja Kopenhāgenā, kur daļu studenti un pasniedzēji sarīkoja zinātniekam svinīgu sagaidīšanu. Nobela prēmiju Rezerfordam piešķīra par darbiem ķīmijā, jo tajā laikā darbus par radioaktivitātes pētījumiem pieskaitīja nevis fizikai, bet gan ķīmijai. Zinātniekam bija ļoti labs garastāvoklis, un banketā, kas bija sarīkots sakarā ar prēmijas saņemšanu, viņš sacīja: «Man ir bijušas darišanas ar daudzām un dažādām pārvērtībām, kuras esmu pētījis dažādos dzīves posmos, bet pati brīnīšķīgākā pārvērtība ir tā, ka es vienā mirklī no fiziķa esmu pārvērties ķīmiķī.»

Rezerfords atgriezās no ceļojuma spēka un enerģijas pārpilns. Viņš izstrādāja iekārtu, ar kuras palīdzību vēlreiz pierādīja, ka alfa daļiņas ir hēlija atomi. 1910. gadā viņš kopā ar Geigeru izgudroja alfa un beta daļiņu skaitītāju — aparātu radioaktivitātes konstatēšanai.

1910. gadā Rezerfords kopā ar savu skolnieku Marsdenu sāka pētīt alfa daļiņu un vielas mijiedarbību. Šajā laikā angļu fiziķis Džozefs Tomsons jau bija radījis savu atoma uzbūves teoriju: viņš uzskatīja, ka atoms ir pozitīvi lādēta lodīte, kurā atrodas elektroni. Elektronu daudzums atomā, pēc Tomsona domām, ir tāds, ka to negatīvais lādiņš pilnībā kompensējas ar lodītes pozitīvo lādiņu, un tāpēc atoms ko-

pumā ir elektriski neitrāls. Tāpēc, sprieda Rezerfords, atomam jāizturas vienaldzīgi pret pozitīvi lādētu alfa daļiņu, un tā bez jebkādiem šķēršļiem brīvi ies cauri plānām metāla plāksnītēm. Rezerfords bija stingri pārliecināts par to un pat teica Marsdenam: «Es negaidu no jūsu eksperimentiem nekā interesanta, tomēr turpiniet novērojumus.»

Marsdens izdarīja vairākus desmitus eksperimentu un atklāja kaut ko ārkārtīgi interesantu: ne visas alfa daļiņas iet cauri plāksnītēm, ir arī tādas, kas atlec no plāksnītēm, izkļiedējas.

Skolnieks par to ziņoja skolotājam. Rezerfords vēlāk par iespaidu, kādu uz viņu atstājis Marsdena stāstījums, izteicās: «Tas bija pilnīgi neiedomājams gadījums manā dzīvē. Tas bija gandrīz neticami, it kā ar 15 mārciņu lielu šāviņu būtu šauts uz zīdpatēra gabalu un šāviņš būtu atgriezies un trāpījis jums.»

Tādējādi no eksperimentiem izrietēja, ka katrā plāksnītes atomā jābūt masīvai daļai ar pozitīvu lādiņu, kas tad arī atgrūž alfa daļiņu. Bet atoma elektroniem jāatrodas ārpus šīs atoma masīvās daļas.

No tā nevarēja neizdarīt secinājumu, ka Tomsona atoma modelis ir nepareizs!

Kā tad galu galā ir uzbūvēts atoms?

Un Rezerfords sāk atdzīvināt savus jaunības sapņus — jābūt kādai likumsakarībai dažādu elementu atomu uzbūvē. Dabā notiek ne vien augu un dzīvnieku evolūcija, bet arī atomu evolūcija.

Šīs pārdomas un atoma struktūras meklējumi bija par pamatu tam, ka zinātnieks pēc dažiem mēnešiem radīja atoma kodola teoriju, ko tagad zina ikviens skolēns.

Kembridžas universitātes profesors ievērojamais fiziķis Arturs Edingtons šādi novērtēja atklājumu: «Radījis šo modeli, Rezerfords mūsu uzskatos par matēriju izdarīja vislielāko apvērsumu kopš Demokrīta laikiem.»

Priekšstats par nedalāmu un nemainīgu atomu bija sagrauts uz visiem laikiem. Tika likti pamati mūsdienu atomfizikai.

1913. gadā Rezerfords sāka strādāt pie problēmas, kas tieši izrietēja no viņa iepriekšējiem pētījumiem. Viņu bija ieinteresējusi šāda doma: vai nevarētu piešķirt alfa daļiņām tādu ātrumu, lai tās sadurtos ar atoma kodolu un sašķeltu to, kā šāviņš sagrauj ķieģeļu sienu? Rezultātā atoma kodols izmainīsies, radīsies jauns elements, notiks mākslīga elementu pārvēršanās. Slavenais fiziķis veica apbrīnojamus eksperimentus, lai izpētītu alfa daļiņu un atoma kodolu sadursmi. Taču sākās pirmais pasaules karš. Rezerforda skolnieki aizgāja armijā, viens no viņiem — Henrijs Mozlijs krita frontē. Zinātnisko darbu apjoms sašaurinājās, bet zinātnieku mobilizēja darbam kara rūpniecībā, kur viņš nodarbojās ar zemūdeņu būves jautājumiem.

1919. gadā Rezerfordam piedāvāja direktora vietu tai pašā Kavendiša laboratorijā, kurā viņš bija sācis savu zinātnisko darbību. Viņš pārcēlās uz Kembridžu, kur dzīvoja līdz pat nāvei.

Sajā laboratorijā zinātnieks atgriezās pie savas idejas realizēšanas, un drīz vien visu zinātnes pasauli pārsteidza sensācija: alfa daļiņa trāpījusi slāpekļa kodolam, un gala rezultātā slāpeklis pārvērties par skābekli. Pirmoreiz pasaulē tika izdarīta viena elementa mākslīga pārvēršana citā elementā. Žurnālos atkal publicēja fantastiskus stāstus par zelta iegūšanu no smiltīm un māliem, atkal parādījās karikatūras. Taču tagad Rezerforda eksperimentus jau sāka atkārtot daudzu zemju laboratorijās. Radās jauna fizikas un tehnikas nozare par mākslīgajiem radioaktīvajiem elementiem un to iegūšanu.

Turpmākajos gados ievērojamais fiziķis atklāja 17 kodolreakcijas. 1920. gadā viņš paredzēja neitrona pastāvēšanu,

un no tā laika sāka veidoties atoma kodola mūsdienu teorija. Rezerforda slava izplatījās pa visu pasauli. 1922. gadā viņu ievēlēja par PSRS Zinātņu akadēmijas goda biedru. No 1925. gada līdz 1930. gadam viņš veica Londonas Karaliskās biedrības prezidenta pienākumus. 1932. gadā viņam piešķīra lorda titulu un sāka saukt par lordu Nelsonu (pēc mātes pirmslaulību uzvārda). Taču lorda tituls tā arī «nepielīpa» Rezerfordam — fermeru dēlam — un bija tikai viņam parādītā goda izpausme.

Rezerfords nekad nestrādāja viens. Viņam pastāvīgi bija skolnieki, kas izpildīja skolotāja uzdevumus, tādējādi paši izaugdami par lieliem zinātniekiem. «Skolnieki piespiež mani izlikties jaunam,» sacīja Rezerfords. Viņa skolnieki (Čedviks, Kokrofts, Mozlijs, Geigers, Kapica, Haritons u. c.) vēlāk kļuva par ievērojamiem zinātniekiem.

Rezerfords visu mūžu bija veselīgs un dzīvespriecīgs. Viņš prata strādāt, taču viņš ir šāda aforisma autors: «Slikti ir tie cilvēki, kas pārāk daudz strādā un pārāk maz domā.» Rezerfords sacīja, ka auglīgas domas viņam rodas, medijot, zvejojot, kā arī spēļu laikā.

Kad padomju fiziķis A. Jofe 1921. gadā ieradās Kembridžā, Rezerfords arī viņu iesaistīja spēlē. «Organizējis manu referātu laboratorijā,» raksta Jofe, «viņš uzņēma mani arī ģimenes lokā; šeit es diezgan neveiksmīgi piedalījos dārza spēlēs, kurās Rezerfords izcēlās ar lielu meistarību.»

Neviens nevarēja iedomāties, ka šis cilvēks varētu tik ātri nomirt. Tomēr 1937. gada rudenī Rezerfordam radās brūkas iesprūdoms, un ceturtajā dienā pēc operācijas viņš nomira.

Rezerforda kapa vieta atrodas Vestminsteras abatijā, kur apbedīti izcilākie Anglijas cilvēki, — līdzās Ņūtona, Faradeja un Darvina mirstīgajām atliekām.



NOBEĻA PRĒMIJAS LAUREĀTI

Marija Kirī-Sklodovska
(1867—1934)

Radioaktivitāte. Šajā vārdā, ko tagad mēs tik plaši lietojam, Marija Kirī nosauca pārādību, ko 1896. gadā atklāja franču fiziķis Anri Bekerels, pētījot urāna sāļus. Ar radioaktivitātes pētīšanu un rādija atklāšanu viņa padarīja nemirstīgu savu vārdu. Marija Kirī bija pirmā sieviete — Sorbonas profesore, pirmā sieviete — Nobeļa prēmijas laureāte, pirmā zinātniece, kam divas reizes tika piešķirta šī prēmija. Ar radioaktivitāti saistīta Pjēra Kirī un ģimenes jaunākās paaudzes — Frederika un Irēnas Zolio-Kirī zinātniskā darbība. Trīs Nobeļa prēmijas vienā ģimenē — zinātnes vēsturē nedzirdēts gadījums!

Marija Kirī dzimusi 1867. gadā Varšavā. Viņa bija jaunākā meita fizikas un matemātikas pasniedzēja Vladislava

Skłodovska ģimenē. Marijas māte jaunībā arī bija skolotāja. Tēvs prata vairākas senās un mūsdienu valodas un bija cilvēks ar progresīviem uzskatiem. Viņam bija brīvdomātāja slava, un tāpēc skolas vadība nebija pret viņu labvēlīgi noskaņota.

Meitenes izcilās spējas atklājās ļoti agri. Četru gadu vecumā viņa jau prata lasīt un bija ļoti aizrāvusies ar lasīšanu. Otra viņas mīlākā nodarbošanās bija iepazīšanās ar tēva fizikas un ķīmijas aparātiem. Marija agri zaudēja māti un māsu. Pārdzīvojusi lielās bēdas, meitene noslēdzās sevī. Mācījās viņa vienmēr teicami, sevišķi aizrāvās ar dabas zinātnēm. 16 gadu vecumā Marija pabeidza ģimnāziju ar zelta medaļu. Taču par augstākās izglītības iegūšanu viņa pagaidām varēja tikai sapņot. Ģimene — tēvs, divas māsas un brālis — tikko varēja savilkt galus kopā. Brālis iestājās Varšavas universitātē, bet meitenēm pašām vajadzēja nopelnīt sev iztiku. Turklāt sievietes universitātē neuzņēma. Marija sāka pasniegt privātstundas, bet brīvajā laikā nodarbojās ar ķīmiju, bioloģiju, matemātiku un lasīja, lasīja... Viņas mīlākie autori bija Dostojevskis un Tolstojs, Heine un Darvins, Herberts Spensers un Luijs Blans. Meitene aizrāvās arī ar nelegālo literatūru. Taču viņa joprojām sapņoja iegūt augstāko izglītību. 17 gadu vecumā Marija nolēma kļūt par mājskolotāju, lai sakrātu mazliet naudas turpmākajām mācībām, bet galvenais — lai palīdzētu savai mātai Bronjai, kuras sapnis bija iestāties medicīnas fakultātē Parīzē. Marija Skłodovska sāka strādāt par mājskolotāju pie kņaza Čartorižska pārvaldnieka provinces muižā Polockas tuvumā. Viņa pasniedza stundas pārvaldnieka meitām un vienlaikus mācīja zemnieku bērnus, bet vakaros pati sēdēja pie grāmatām. Pamazām nobrieda lēmums nodoties fizikai un matemātikai. Marija nesūdzējās tuviniekiem par grūtībām, gluži otrādi, viņa centās morāli atbalstīt tos, bet mātai sūtīja pusi no savas algas. Sapnim

par mācīšanos nebija lemts tik drīz piepildities, jo līdzekļu vēl bija ļoti maz. Pagāja trīs gari gadi.

1890. gadā Sklodovska atgriezās Varšavā. Šajā laikā viņas māsa pabeidza medicīnas fakultāti, apprecējās ar savu tautieti un neatlaidīgi aicināja Mariju uz Franciju. Sakrājusi nedaudz naudas, pasniegdama privātstundas, meitene aizbrauca uz Parīzi un apmetās uz laiku pie māsas. Beidzot viņa bija Parīzes universitātes dabas zinātņu fakultātes studente.

Broņas dzīvoklis atradās tālu no fakultātes, izdevumi braukšanai ar zirgu tramvaju bija lieli, pie māsas pārāk trokšņaini, un Marija noīrēja sev mazu, slikti apkurināmu jumtistabiņu universitātes tuvumā. Viņas līdzekļi bija ļoti trūcīgi, nācās atteikties pat no visnepieciešamākā, reizēm meitene pat zaudēja samaņu nepietiekamā uztura dēļ, taču neatlaidīgi mācījās un kārtoja eksāmenus vislabāk par visiem. Marija pilnīgi nodevās zinātnei, tā bija visa viņas dzīve. «Jābūt neatlaidīgai, bet galvenais — vajag ticēt sev. Vajag ticēt savam aicinājumam un sekot tam, lai tas maksātu ko maksādams,» viņa rakstīja brālim. Ar milzīgu aizrautību Marija mācījās matemātiku, ķīmiju un fiziku. Viņa strādāja ievērojamā zinātnieka profesora Lipmaņa fizikas laboratorijā.

1894. gadā Marija pie kopīgiem paziņām sastapās ar Pjēru Kirī, kas toreiz jau bija ievērojams un talantīgs fiziķis. Pjērs Kirī dzimis 1859. gadā Parīzē. Pjēra tēvs, Eižēns Kirī, būtu varējis kļūt par ievērojamu zinātnieku, taču vajadzēja apgādāt lielo ģimeni, un viņš bija spiests strādāt par ārstu. Viņš piedalījās 1848. gada revolūcijā, bet Parīzes Komūnas laikā savā dzīvoklī ārstēja ievainotos.

Pjērs un viņa vecākais brālis Žaks nemācījās ne pamatskolā, ne ģimnāzijā. Sākumā bērnus mācīja vecāki, bet vēlāk speciāli algots skolotājs. Pjēram bija oriģināls domā-



Pjērs Kirī
(1859—1906)

šanas veids. Viņš varēja koncentrēties iemīļotajā priekšmetā, bet neprata ātri pārslēgt savu uzmanību no viena priekšmeta uz otru, kā to vajadzēja darīt skolā. Taču viņš bija izcili spējīgs skolnieks. 16 gadu vecumā Pjērs nokārtoja eksāmenu un ieguva dabas zinātņu bakalaura grādu (tā Francijā sauca pašu pirmo zinātnisko grādu). 18 gadu vecumā, mācīdamies universitātē, Pjērs ieguva licenciāta grādu (bakalaura, kuram ir tiesības lasīt lekcijas). Gadu vēlāk viņš kļuva par profesora Dezēna laborantu Parīzes universitātes fizikas un matemātikas fakultātē. Šeit viņš nostrādāja 5 gadus.

Pjērs sāka nodarboties ar zinātņi ļoti agri. Jau 1880. gadā kopā ar Dezēnu viņš publicēja darbu par sakarsētu

ķermeņu izstaroto infrasarkanā staru viļņa garuma noteikšanu. Turpmākajos divos gados brāļi Kirī atklāja brīnšķīgu parādību: pjezoelektrisko efektu kristālos. Šis atklājums izraisīja milzīgu interesi zinātnieku vidū, lai gan toreiz neviens nedomāja par tā izmantošanu praksē. Pjērs pats vēlāk pjezoelektrības parādību izmantoja vāju jonizācijas strāvu mērīšanai. Tikai pirmā pasaules kara beigās, pateicoties Lanževēna darbiem, pjezoelektrība ieguva pilsoņtiesības hidroakustikā, bet pēc tam tika plaši izmantota radiotehnikā un daudzās citās nozarēs.

1883. gadā Pjēram piedāvāja darbu Fizikas un ķīmijas skolā. Šī mācību iestāde kļuva par viņa zinātniskā un pedagoģiskā darba vietu turpmākos 22 gadus. Daudz darba un enerģijas Kirī ieguldīja studentu laboratorijas organizēšanā, praktisko nodarbību un lekciju kursu sagatavošanā, tai pašā laikā viņš nepārtrauca arī intensīvo zinātnisko darbu. Viņš uzrakstīja vairākus rakstus par parādību simetriju, bet 1885. gadā veica ļoti nozīmīgu teorētisku darbu par kristāliem. Viņš ieviesa pilnīgi jaunus jēdzienus par kristāla skaldņu virsmas enerģiju un noteica kristālu augšanas vispārīgos principus.

Sistemātiskam zinātniskam darbam vajadzīgi piemēroti apstākļi, bet Pjēram nebija ne savas laboratorijas, pat ne izolētas istabas, kur viņš varētu strādāt. Savu klasisko darbu par magnētismu viņš izstrādāja nelielā kāpnu laukumā. Neraugoties uz to, Kirī izpētīja 20 dažādu vielu magnētiskās īpašības dažādās temperatūrās, pie dažādiem spiedieniem, dažādiem ārējiem magnētiskajiem laukiem un pierādīja, ka starp diamagnētiskām vielām, no vienas puses, un paramagnētiskām vielām un feromagnētiskām vielām, no otras puses, ir principiāla atšķirība; paramagnētisku un feromagnētisku ķermeņu magnētiskā susceptibilitāte (uzņēmība) ir atkarīga no temperatūras, turpretim diamagnētiskiem ķermeņiem šāda atkarība nav novērojama. Pjērs Kirī

atklāja, ka paramagnētisko ķermeņu magnētiskā susceptibilitāte ir apgriezti proporcionāla absolūtajai temperatūrai. Šī sakarība fizikā nosaukta par «Kiri likumu». Viņš konstatēja, ka feromagnētisko ķermeņu atkarība no temperatūras ir nedaudz sarežģītāka, bet, sākot ar kādu noteiktu temperatūras lielumu, ko tagad sauc par «Kiri punktu», feromagnētiskie ķermeņi izturas tāpat kā paramagnētiskie ķermeņi, bet pēc tam pilnībā pakļaujas Kiri likumam. Šis spīdoši veiktais eksperimentālais darbs bija viņa doktora disertācija. 1895. gadā Fizikas un ķīmijas skolā Pjēram Kiri nodibināja speciālu katedru. Diemžēl viņa zinātniskā darba apstākļi ar to neizmainījās, viņam joprojām nebija labiekārtotas laboratorijas.

1895. gadā Pjērs un Marija apprecējās. Kāzas bija vienkāršas, bez tradicionālajām baznīcas ceremonijām, šaurā tuvu draugu lokā.

Jaunlaulātajiem nebija nekā, izņemot divus velosipēdus, ko viņiem uz kāzām bija uzdāvinājuši attāli radnieki, bet bija neparasta dvēseļu un raksturu saskaņa, kvēla mīlestība vienam pret otru, dziļa cieņa pret zinātni. Zinātne kļuva par Pjēra un Marijas Kiri dzīves mērķi. 1933. gadā Marija Kiri sacīja: «Es piederu pie tiem, kas uzskata, ka zinātnē slēpjas liels skaistums. Zinātnieks savā laboratorijā nav tikai tehniķis; dabas parādības viņā izraisa tādas pašas jūtas, kādas pārdzīvo bērns, klausīdamies brinumpasaku.»

Dzīves biedri apmetās nelielā dzīvoklī pie Fizikas un ķīmijas skolas. Marija dabūja atļauju strādāt vīra laboratorijā pie saviem rūdītu tēraudu magnetizēšanas pētījumiem. Laboratorija bija ļoti trūcīgi iekārtota, tajā nebija pašu elementārāko ierīču.

Pjēra algas tik tikko pietika diviem. Astoņas stundas laboratorijā, vairākas stundas mājas darbiem, līdz vēlai naktij sagatavošanās konkursa eksāmeniem — tāda bija jaunās sievietes dienas gaita. Marijas pienākumu skaits arvien

auga. 1897. gadā viņa ieguva kandidāta grādu, nokārtoja eksāmenus vidusskolas skolotāja tiesību iegūšanai, pabeidza zinātnisku darbu par rūdītu tēraudu magnētiskajām īpašībām. Šai pašā gadā viņai piedzima meita Irēna. Laboratorija, darbs, rūpes par bērnu un saimniecību... Un tomēr Marija cieši nolēma strādāt pie doktora disertācijas.

Mariju ieinteresēja nesenais Bekerela atklājums — viņš atklāja, ka urāna sāļi spontāni izstaro kādus nepazīstamus starus, kas jonizē gaisu un iedarbojas uz fotoplati. Kas tas ir par starojumu? Kādas ir tā īpašības? Zinātniece nolēma pievērsties šai tēmai. Taču nebija kur izdarīt pētījumus. Pjēram ar lielām grūtībām izdevās panākt, ka Marijai ierāda mitru, aukstu, grabažām piebāztu noliktavas telpu institūta pirmajā stāvā. Bez jebkādam ērtībām, bez nepieciešamās aparatūras un līdzekļiem, pie +6 grādu temperatūras sākās darbs.

Drīz vien bija iegūts arī pirmais rezultāts. Izrādījās, ka starojuma intensitāte ir proporcionāla urāna daudzumam, ko satur paraugi, un nav atkarīga ne no ķīmiskajiem savienojumiem, kuru sastāvā tas ietilpst, ne no ārējiem apstākļiem. Kļuva skaidrs, ka jaunā starojuma avots ir atomi. Bet vai tikai urānam piemīt šāda īpašība? Marija neatlaidīgi meklēja radioaktivitātes izpausmi dažādos minerālos. Viņa atrada minerālus, kam piemita daudz spēcīgāka radioaktivitāte nekā urānam un torijam, un secināja, ka radioaktivitāte izskaidrojama ar to, ka minerāli satur jaunus, līdz šim nepazīstamus elementus. Arī Pjērs iesaistījās šajā darbā. Marijas darbs viņu tā bija ieinteresējis, ka viņš vairs neatgriezās pie saviem agrākajiem pētījumiem. Kopš tā laika dzīves biedri sāka strādāt kopā, un tagad jau vairs nevar atšķirt, kur beidzas viena un sākas otra darbs. Laboratorijas žurnālos viņu ieraksti mijas cits ar citu. Tā tas turpinājās astoņus gadus, kamēr muļķīgs gadījums lika pārtrūkt Pjēra dzīves pavedienam.

Pjērs un Marija Kirī meklēja jaunus radioaktīvus elementus urāna piķa rūdā. Viņi konstatēja, ka urāna dabiskie savienojumi satur divus elementus: viens no tiem, rūdu ķīmiski apstrādājot, savienojas ar bismutu, otrs — ar bāriju. 1898. gada jūlijā viņi atrada vienu no tiem. Marija to nosauca par poloniju, godinot savu dzimteni Poliju. Nākošajā gadā viņi publicēja Akadēmijas «Rakstos» ziņojumu par rādija atklāšanu (latīniski *radius* — stars).

Lai jauno elementu pastāvēšana tiktu atzīta, tie ne tikai jāparedz, bet arī jāiegūst. Vajadzēja veikt titānisku darbu, lai izdalītu šos elementus tīrā veidā. Turklāt jāņem vērā, ka urāna piķa rūdā to procents bija niecīgs.

Nebija ne telpu, ne līdzekļu, ne izejvielu, nebija arī palīgstrādnieku, taču zinātnieki turpināja darbu. Izdevumus pētījumiem viņi sedza no saviem personiskajiem ietaupījumiem. Dzīves biedri nopirka Austrijā nevienam nevajadzīgus urāna rūdas atkritumus, kuros, pēc viņu domām, vajadzēja būt polonijam un rādijam. Zinātniekiem atļāva izmantot dēļu šķūni institūta sētā ar cauru jumtu un čuguna krāsni. Viņi sadalīja pienākumus: Pjērs pētīja radioaktīvo starojumu īpašības, Marija strādāja pie rādija sāļu iegūšanas. Šajā pašā šķūnī viņa viena pati bez jebkādas palīdzības pārstrādāja vairākas tonnas rūdas atkritumu, vienlaikus veidama zinātnieces, tehniskas darbinieces, inženieres un vienkāršas strādnieces pienākumus.

Polonija un rādija īpašības sagrava visus fizikā izveidotajos priekšstatus par vielas uzbūvi. Daudzi zinātnieki ar neuzticību uzņēma ziņu par jauno atklājumu. Lai viņus pārliecinātu, bija vajadzīgi četri gadi. Beidzot Sklodovskai izdevās iegūt tīrā veidā rādija sāli un noteikt tā atomsvāru. Viņas izstrādāto tīru rādija sāļu iegūšanas paņēmieni izmanto rūpniecībā arī mūsu dienās. Pjērs un Marija izpētīja rādija izstaroto alfa, beta un gamma staru īpašības, radio-

aktivitātes jonizējošo, ķīmisko un siltumiedarbību, iedarbību uz fotoplati, noskaidroja, kā šo starojumu absorbē dažādi ķermeņi, un citus jautājumus.

1900. gadā Kirī-Sklodovska izteica hipotēzi par radioaktīvo elementu spontānu sabrukšanu. Agrāk domāja, ka vielu atomi ir nemainīgi. Alķīmiķi veltīgi mēģināja pārvērst vienus elementus citos elementos. Līdz ar rādija atklāšanu izrādījās, ka vienu vielu atomi var pārvērsties citu vielu atomos. Šā brīnumainā elementa atklāšana ir viens no visapbrīnojamākajiem atklājumiem 20. gadsimtā. Tā kļuva par pamatu mācībai par atoma kodolu.

1902. gadā Kirī-Sklodovskai izdevās iegūt decigramu tīra rādija. Priekšā stāvēja milzīgs aizraujošs darbs — divvainā elementa īpašību pētīšana, bet pilnībā nodoties šim darbam nevarēja, jo galvenais iztikas avots bija Pjēra slikti apmaksātais pedagoga darbs Fizikas institūtā. Turklāt ģimene auga. Piedzima otrā meita Eva, Kirī ģimenē dzīvoja Pjēra tēvs, kas audzināja mazo Irēnu. Pjērs uzņēmās papilddarbu studentu mediķu sagatavošanas kursos pie Sorbonnas universitātes, bet Marija sāka strādāt par pasniedzēju pedagogiskajā institūtā Sevrā. Pasniedzēja darbs aizņēma ļoti daudz laika, tomēr abi zinātnieki laikā no 1899. gada līdz 1904. gadam publicēja 32 zinātniskus darbus, kas bija vērtīgi rādijam un tā īpašībām.

Drīz vien kļuva zināms, ka rādijs iedarbojas arī fizioloģiski. To var izmantot dažu slimību ārstēšanai — tas noārdā slimās šūnas. Sākās rādija rūpnieciskā ieguve. Urāna rūdas apstrādāšanas noslēpumu zināja tikai Marija un Pjērs Kirī, viņi varētu iegūt patentu un kļūt par miljonāriem, taču abi uzskatīja, ka tas būtu pretrunā ar zinātnes garu. Viņi bez atlīdzības nodeva inženieriem un rūpniekiem visas nepieciešamās ziņas, bet pašiem joprojām nebija labiekārtotas laboratorijas, bija jāapmierinās ar šķūni.

Kirī laulāto draugu vārdi jau bija plaši pazīstami zināt-

nes pasaulē. Pjēram piedāvāja Goda leģiona ordeni, bet viņš atteicās to pieņemt, sacīdams: «Lūdzu, esiet tik laipns, izsakiet ministra kungam manu pateicību un dariet zināmu, ka man nav ne mazākās vajadzības pēc ordeņa, bet būtu ļoti nepieciešama laboratorija.» Tomēr šī daiļskanīgā piezīme nekādi neietekmēja Francijas varasvīrus, un laboratorijas joprojām nebija.

1903. gads kļuva par Marijas un Pjēra slavas gadu. Slavenais Londonas Karaliskais institūts uzaicināja viņus uz Angliju nolasīt lekciju par rādiju. Marija Kirī bija pirmā sieviete, kas piedalījās Karaliskā institūta sēdē. Abiem zinātniekiem piešķīra augstu apbalvojumu (Dēvi medaļu), ielūdza uz pieņemšanām un banketiem. Taču Pjērs atzinās Marijai, ka viņš aiz garlaicības aprēķinot, «cik laboratoriju varētu uzcelt par dārglietām, ar kurām bija apkārušās dāmas».

Marijas un Pjēra Kirī vārdus arvien vairāk apviya slava. Tā paša gada beigās viņiem kopā ar Bekerelu par radioaktivitātes atklāšanu piešķīra Nobela prēmiju. Taču līdz ar slavu atnāca arī nemiers. Viņus apstāja reportieri un vienkārši ziņkārīgie. «... Mūs vajāja,» Pjērs rakstīja savam draugam, «visu zemju žurnālisti un fotogrāfi; viņi nonāca tik tālu, ka publicēja manas meitas sarunu ar aukli un aprakstīja mūsu melnbaltraibo runci. Pēc tam mūs apbēra ar vēstulēm un sāka apmeklēt visādi savādnieki un neatzīti izgudrotāji... Rezultātā — ne minūtes miera laboratorijā... Es jūtu, ka no šāda dzīves veida kļūstu pilnīgi truls.»

Tikai pēc Nobela prēmijas piešķiršanas Pjēram Kirī piedāvāja profesora katedru Parīzes universitātē. Kirī bija pilnīgi vienaldzīgs pret slavu, ordeņiem un tituliem, viņam bija svešs sāncensības gars, zinātniekam vajadzēja tikai vienu — pietiekami labi iekārtotu laboratoriju. Ar lielām pūlēm Pjēram izdevās iegūt asignējumu nelielās laboratorijas paplašināšanai. Zinātnieki šķīrās no sava šķūņa. Līdz

ar Nobeļa prēmijas saņemšanu arī naudas grūtībām pieņāca gals. Bet miglainā 1906. gada aprīļa dienā Pjērs Kirī gāja bojā tragiskā nāvē: šaurā Parīzes ieliņā viņu sabrauca smagais ormanis.

Tā bezjēdzīgi gāja bojā šis izcilais zinātnieks un cilvēks, kas padarījis bagātāku ne tikai fiziku, bet arī kristalogrāfiju, medicīnu un ģeoloģiju.

Marija ļoti smagi pārdzīvoja vīra nāvi, tomēr, sakopojusi visu savu gribasspēku un atteikusies no pensijas, nolēma turpināt iesāktu darbu. Parīzes universitātes vadība piedāvāja viņai Pjēra Kirī katedru. Tas bija līdz šim nepieredzēts gadījums. Pirmoreiz Francijas vēsturē sieviete kļuva par augstākās mācību iestādes pasniedzēju. Uz viņas pirmo lekciju ieradās ļoti daudz klausītāju: studenti, draugi, reporteri un vienkārši ziņkārīgie, kas bija atnākuši paskatīties uz slāvenību. Viņa turpināja Pjēra pēdējo lekciju no tās vietas, kurā viņš to bija beidzis.

1910. gadā Zviedrijas Zinātņu akadēmija piešķīra Kirī-Sklodovskai otru Nobeļa prēmiju — par tīra rādija iegūšanu un tā atomsvara izmērīšanu. Šai laikā M. Kirī smagi saslima. Tikai draugu un piederīgo rūpes izglāba viņu. No jauna ķērusies pie darba, viņa pielika daudz pūļu, lai izveidotu laboratoriju, kas atbilstu mūsdienu zinātnes prasībām. Beidzot tika pieņemts lēmums par Rādija institūta dibināšanu. Tam par iemeslu bija Pastēra institūta direktora priekšlikums izveidot speciālu laboratoriju Kirī-Sklodovskai, lai viņa atstātu Sorbonnu un pārietu strādāt Pastēra institūtā. Parīzes universitāte uzskatīja par neiespējamu zaudēt tādu izcilu zinātnieci. Rezultātā universitāte un Pastēra institūts, sadalījuši izdevumus uz pusēm, nodibināja Rādija institūtu, kurā bija radioaktivitātes laboratorija un bioloģisku pētījumu un radioterapijas laboratorija.

M. Kirī ar lielu entuziasmu piedalījās celtniecībā, kuru

pabeidza tikai 1914. gadā. Kara laikā viņa vadīja visu Francijas Sarkanā Krusta rentgenoloģisko dienestu, parādot milzīgu atjautību un darba mīlestību. Kopā ar Mariju Kirī par rentgenologu strādāja viņas meita Irēna. No 1916. gada līdz 1918. gadam viņas apmācīja simt piecdesmit māsu-rentgenologu.

Beidzās karš, un Marija Kirī atgriezās savā laboratorijā, kas drīz vien kļuva par zinātnisku centru, kam bija liela ietekme uz visiem franču speciālistiem radioaktivitātes un kodolfizikas jautājumos. Irēna mātes laboratorijā sāka strādāt pie disertācijas. 1925. gadā pēc Lanževēna ieteikuma M. Kirī pieņēma savā laboratorijā jaunu līdzstrādnieku — bijušo Fizikas un ķīmijas skolas studentu Frederiku Žolio, kas drīz vien apprecēja Irēnu un vēlāk kļuva par izcilāko franču zinātnieku.

1932. gadā Kirī-Sklodovsku ievēlēja par Francijas Medicīnas zinātņu akadēmijas locekli. Akadēmiķi pārkāpa tradīciju un pēc savas iniciatīvas ievēlēja savā vidū sievieti.

Kirī-Sklodovskas laboratorijā strādāja zinātnieki no dažādām valstīm. Tā, piemēram, divus gadus Rādija institūtā praktizējās pazīstamais padomju fiziķis akadēmiķis D. Skobelcins, kas kļuva par Frederika un Irēnas Žolio-Kirī draugu. Materiālās subsīdijas, ko izsniedza laboratorijai, joprojām bija niecīgas. M. Kirī personīgie līdzekļi bija trūcīgi, jo savu Nobela prēmiju viņa ieguldīja kara aizņemumos. Turklāt franka kurss pēc kara bija ļoti krities un nauda zaudējusi vērtību. Sistemātiskam zinātniskam darbam Rādija institūtā bija nepieciešams tīrs rādijs, kas tajā laikā bija kļuvis par visdārgāko elementu pasaulē — simttūkstoš reižu dārgāks par zeltu. Gramu rādija, ko M. Kirī pati bija ieguvusi, viņa kara laikā atdeva medicīnas vajadzībām. Neraugoties uz grūtībām, viņa strādāja pašai izliedzīgi; netaupīdama veselību, turpināja savus zinātniskos eksperimentus.

Acu slimība (katarakta) un četras ar to saistītās operācijas stipri traucēja darbā. Kirī ilgi slēpa savu slimību no līdzstrādniekiem, negribējama pamest darbu, taču redze arvien pasliktinājās, un viņai vajadzēja piekrist operācijai. Tiklīdz redze bija atgūta, Marija turpināja darbu.

Ilgstošais radioaktīvais apstarojums, kam tika pakļauta M. Kirī, daudzus gadus strādādama ar rādiju, izraisīja ļaundabīgo anēmiju, no kuras viņa 1934. gadā nomira.

**CĪŅĀ
PAR ATOMA
IZMANTOŠANU
MIERLAIKA VAJADZĪBĀM**

Frederiks Žolio-Kirī
(1900—1958)



Parīzē, netālu no Panteona, kur apbedīti Francijas izcilākie ļaudis, ir Pjēra Kirī iela. Šeit atrodas Rādija institūts. Šajā Marijas Kirī zinātniskajā skolā izauga un izveidojās par zinātnieku lielākais fiziķis pasaulē, izcilais cīnītājs par mieru, progresu un sociālismu Frederiks Žolio-Kirī. Viņš piedzima komersanta ģimenē un bija sestais, pats jaunākais bērns. Ģimenē turēja svētu Komūnas revolucionāro garu. Fredis, kā viņu sauca ģimenē, visu mūžu saglabāja atmiņā mātes vārdus: «Galvenais dzīvē ir cīnīties pret netaisnību.»

Sākoties pirmajam pasaules karam, Frederiks mācījās licejā. Tajā mācījās galvenokārt privileģēto ģimeņu bērni, un viņu uzskatīja par «sarkano». Frederiks jaunībā ļoti aizrāvās ar sportu, sevišķi ar futbolu un maksšķerēšanu. 1918.

gadā vajadzēja uz laiku pārtraukt mācības, jo Žolio iesauca karadienestā. Pēc demobilizēšanās un liceja beigšanas viņš iestājās augstākajā inženieru mācību iestādē — Fizikas un ķīmijas skolā. Milzīga nozīme jauneklā pasaules uzskata veidošanā un vispār viņa dzīvē bija pasniedzējam Polam Lanževēnam, kas uz mūžu kļuva par viņa skolotāju un draugu.

1923. gadā Frederiks Žolio saņēma inženiera diplomu un kādu laiku strādāja metalurģiskajā rūpnīcā. Taču viņu neatvairāmi vilināja zinātniskais darbs, laboratorija. Frederikam bija labi pazīstami Marijas un Pjēra Kirī darbi, viņš jūsmoja par tiem, šo zinātnieku portreti karājās viņa istabā pie sienas. Cilvēkam, kas nebija beidzis Augstāko normālskolu, iekļūt universitātes katedrā bija sevišķi grūti. Frederikam palīdzēja Lanževēns. «Viņš izlēma manu likteni,» vēlāk stāstīja Žolio-Kirī, «sacīdams: «Es parunāšu ar Kirī kundzi, jūs būsiet viņas laborants».» Tā Žolio nonāca slavenajā Rādiija institūtā. Viņa viskvēlākā vēlēšanās bija piepildījusies.

Sākumā viņš pētīja radioaktīvo elementu īpašības stipri atšķaidītos šķīdumos, ar katodizputes metodi ieguva plānas metāla plāksnītes un pētīja to elektriskās īpašības. Kopā ar Mariju Kirī, viņas meitu Irēnu un līdzstrādniekiem Frederiks vienlaikus strādāja pie radioaktivitātes pētīšanas. Šajā laikā strauji attīstījās kodolfizika, tā kļuva par zinātnieka galveno dzīves mērķi. 1926. gadā Frederiks Žolio apprecēja Irēnu, ar ko viņu saistīja ne tikai kvēla mīlestība, bet arī zinātnisko interešu kopība. Jaunie cilvēki pieņēma ne tik vien kopēju uzvārdu, bet, tāpat kā Marija un Pjērs Kirī, visas savas spējas, visu savu dzīvi ziedoja kopējam mērķim.

Irēna Kirī dzimusi 1897. gadā Parīzē, laikā, kad viņas māte sāka nodarboties ar radioaktivitātes problēmām. Meitenes raksturs un intereses veidojās tēva un mātes ietekmē —



Irēna Žolio-Kirī
(1897—1956)

viņi bija ne tikai ievērojami zinātnieki, bet arī augstas kultūras, tikumiskas skaidrības un izcila intelekta cilvēki.

Zinību pamatus Irēna un viņas māsa Eva apguva mātes vadībā. Marija Kirī un viņas universitātes kolēģi organizēja nelielu skolu. Sajā skolā kopā ar Irēnu mācījās Žans Lanževēns, Frensis Perens, bet viņu skolotāji bija Marija Kirī, Žans Perens un Pols Lanževēns. Šī savdabīgā skola deva bērniem ļoti daudz, un vairums no tiem vēlāk kļuva par ievērojamiem zinātniekiem. Skola pastāvēja divus gadus, pēc tam bērni turpināja izglītību dažādās vispārpieejamās mācību iestādēs.

Kirī ģimenē daudz uzmanības veltīja sportam. Meitenes labi peldēja un slēpoja.

Irēna samērā agri iepazinās ar fizikas laboratorijām, bieži uzturējās zinātnieku sabiedrībā. Kopā ar māti 14 gadu vecā meitene Stokholmā piedalījās ceremonijā, kurā Marijai Kirī pasniedza otro Nobela prēmiju, viņa bieži pavadīja māti tūrisma braucienos. 1913. gadā viņas ceļoja kopā ar Einšteinu un tā dēlu.

Pirmā pasaules kara laikā Irēna aktīvi palīdzēja mātei apkalpot rentgeniekārtas un apmācīt rentgentehniķus. Kad beidzās karš, viņa iestājās Sorbonnas universitātē. Meitene nesvārstījās sava dzīves ceļa izvēlē. Par viņas dzīves mērķi kļuva fizika. Irēnas tuva draudzene — Eiženija Kotona vēlāk rakstīja, ka Irēna reiz sacījusi viņai: «Mani nemaz neuztrauca, vai es sasniegšu to pašu, ko mana māte. Es milēju meklējumus pašu meklējumu dēļ. Daži nenozīmīgi eksperimenti man sagādāja vairāk prieka nekā tie, kas solīja spožus panākumus.»

1925. gadā Irēna aizstāvēja disertāciju un turpināja darbu Marijas Kirī laboratorijā pie radioaktivitātes pētījumiem.

Laikā, kad Irēna un Frederiks Žolio-Kirī ienāca zinātnē, kodolfizikā tika izdarīti svarīgi atklājumi: izpētīta dabiskās radioaktivitātes parādība, iegūts atoma kodola modeļa eksperimentāls apstiprinājums, realizēta pirmā kodolreakcija. Bombardējot slāpekli ar alfa daļiņām, Rezerfords bija ieguvis skābekli. Turpmākie eksperimenti pierādīja, ka, iedarbojoties ar alfa daļiņām uz viegliem elementiem, var iegūt kodolreakcijas, kam seko protonu parādīšanās. Lai iespīestos smagāku elementu kodolos, bija vajadzīgas alfa daļiņas ar ļoti lielu enerģiju. Tāpēc Žolio kopā ar sievu vispirms nosprauda sev mērķi iegūt spēcīgu alfa daļiņu avotu. Šai ziņā ļoti vērtīgs bija polonijs, kas emitē galvenokārt šīs daļiņas. Pacietīgi meklējami jaunas polonija avotu sagatavošanas metodes, jaunie zinātnieki ieguva starotāju,

kura intensitāte bija 200 milikirī, un ar tā palīdzību sāka sistemātiskus kodolreakciju pētījumus.

1920. gadā Rezerfords izvirzīja hipotēzi, ka atoma kodolā pastāv daļiņa, kurai nav lādiņa un kuras masa ir vienāda ar protona masu. Viņš ieteica nosaukt šo daļiņu par neitronu un pat paredzēja tās īpašības, lai gan viņa mēģinājumi iegūt neitronu eksperimentāli bija neveiksmīgi.

1930. gadā vācu fiziķi Bote un Bekers novēroja interesantu parādību: ja apšaudīja ar alfa daļiņām vieglus elementus — boru un beriliju, radās ļoti spēcīgs starojums, kas brīvi gāja cauri 10 cm biežai svina plāksnītei. Viņi domāja, ka šeit rodas gamma stari ar lielu caurspiešanās spēju.

Irēna un Frederiks Žolio-Kirī nolēma sīkāk izpētīt noslēpumaino starojumu, noskaidrot tā jonizēšanas spējas. Drīz vien viņi pārlicinājās, ka tam nav elektromagnētisku īpašību. Bet tādā gadījumā kas tas ir par starojumu, kurš ļoti vāji jonizē vielu atomus, ko sastop savā ceļā, bet kuru negaidīti spēcīgi absorbē vielas, kas satur visvieglāko elementu — ūdeņradi, un izsit no šīm vielām ūdeņraža kodolus — protonus?

Rezerforda skolnieks Čedviks Kavendiša laboratorijā atkārtoja Žolio-Kirī eksperimentus. Pārveidojis eksperimentu metodiku, viņš atklāja, ka šis divainais starojums var izsist ne tikai protonus, bet arī citu vieglo elementu kodolus. Čedviks izdarīja galīgo slēdzienu: starojumu veido daļiņas, kuru masa ir viens, bet lādiņš vienāds ar nulli. Tādējādi Rezerforda iztēlē radies hipotētiskais neitrons, pateicoties Žolio-Kirī un Čedvika eksperimentiem, ieguva pilsoņtiesības. Čedvikam par neitrona atklāšanu piešķīra Nobela prēmiju. Uz šā atklājuma pamata padomju fiziķis D. Ivaņenko radīja protonu-neitronu kodola modeli, kas ir mūsdienu kodolfizikas pamatā. Šā atklājuma vēsture ir spilgts dažādu valstu — Vācijas, Francijas, Anglijas un Padomju Savienības zinātnieku internacionālas sadarbības piemērs.

Pēc neitrona atklāšanas sākās intensīva atomu kodolu pētīšana. Tika publicēts ļoti daudz darbu. Pētnieku priekšpulkā bija Irēna un Frederiks Žolio-Kirī. Viņi turpināja pētīt kodolreakcijas, kuru rezultātā radās neitroni, un publicēja savus zinātniskos darbus. Tikai 1932. gadā vien viņi publicēja 11 rakstu.

Taču reizē ar neskaitāmajiem eksperimentiem radās daudz neatrisinātu problēmu. Jau divdesmitajos gados angļu fiziķis Diraks izteica paredzējumu, ka eksistē elektrona dvīņu brālis — pozitrons, kura masa vienāda ar elektrona masu, bet elektriskais lādiņš ir ar pretēju zīmi. Vispirms šo daļiņu atklāja kosmiskajos staros, bet Irēna un Frederiks Žolio-Kirī, pielietodami padomju fiziķa D. Skobelcina metodi, pirmoreiz ieguva pozitronu laboratorijas apstākļos. F. Žolio-Kirī pierādīja, ka elektronu-pozitronu pāris var rasties «ne no kā», tas ir, no elektromagnētiskā starojuma enerģijas. Pēc gada viņš atklāja pretējo: ja pāris «elektrons-pozitrons» saduras, tas izzūd kā tāds, radot elektromagnētisko starojumu. Patiešām, vienas divainas parādības vietā radās cita!

Reiz Irēna un Frederiks Žolio-Kirī «apšaudīja» alumīniju ar alfa daļiņām. Tas izsvieda pozitronus tāpat kā dabiskie radioaktīvie elementi; bet, kad alfa daļiņu avota iedarbību pārtrauca, tad zinātniekiem par lielu brīnumu alumīnijs turpināja izstarot. Tāda pati aina bija vērojama pēc bora, magnija un dažu citu elementu apstarošanas ar alfa daļiņām. Acīm redzot, pozitronus izsviež kādas vielas kodoli, kura izveidojusies no alumīnija, magnija vai bora kodoliem, kas absorbējuši alfa daļiņu un izsvieduši neitronu. Tā tika atklāta mākslīgā radioaktivitāte.

1933. gada septembrī Frederiks Žolio-Kirī pirmoreiz ieradās Padomju Savienībā. Šeit pirmajā Vissavienības konferencē par atoma kodola jautājumiem viņš pastāstīja par pozitronu un neitronu. Pēc mēneša sanāca kārtējais Sol-

veja kongress. Frederiks Žolio-Kirī tajā nolasīja atskaiti par eksperimentiem, kas veikti mākslīgās radioaktivitātes atklāšanā. Kongresā piedalījās visievērojamākie zinātnieki fiziķi: Bors, Fermī, Kiri-Sklodovska, Rezerfords, Diraks, Debroļjē, Jofe, Pauli u. c. Kongresa priekšsēdētājs bija Lanževēns.

Žolio-Kirī ziņojums izraisīja dedzīgus strīdus. Šaubas par eksperimentu pareizību izsacīja vācu zinātniece Lize Meitnere, amerikāņu zinātnieks Lourenss, kas bija eksperimentējis ar pirmo ciklotronu, un daudzi citi. Viņi uzskatīja, ka «francūži ar savu novecojušos iekārtu kaut ko saputrojuši». Frederiks un Irēna bija stingri pārliecināti par savu rezultātu pareizību, un viņus ļoti sarūgtināja šāda nostāja. «Vairums no klātesošajiem fiziķiem neticēja mūsu eksperimentu precizitātei,» vēlāk rakstīja Žolio-Kirī. «Sēde ļoti sarūgtināja mūs un šāda veida vilšanās. Taču pēc sēdes profesors Nils Bors paaicināja mūs ar sievu sāņus un sacīja, ka uzskatot mūsu iegūtos rezultātus par ļoti svarīgiem. Vēlāk arī Pauli pienāca klāt, lai uzmundrinātu mūs.»

Atgriezušies mājās, Irēna un Frederiks Žolio-Kiri vēl neatlaidīgāk turpināja eksperimentus, pilnveidojot mērījumu metodiku. Viņi pierādīja sekojošo: ja bombardē ar alfa daļiņām alumīniju, izveidojas fosfora radioaktīvais izotops; ja bombardē boru, — slāpekļa radioaktīvais izotops; ja bombardē magniju, — silīcija radioaktīvais izotops. Ķīmiskā ceļā viņi ieguva šīs vielas tirā veidā, izmērija to dzīves laiku līdz sabrukšanai, izpētīja to ķīmiskās īpašības un līdz ar to pierādīja, ka radioaktīvos elementus var iegūt mākslīgi.

Drīz vien pēc rezultātu publicēšanas Žolio-Kiri saņēma no Rezerforda sajūsmas pilnu vēstuli, kurā viņš rakstīja: «Esmu sajūsmināts par Jūsu eksperimentiem... Apsveicu Jūs abus ar paveikto darbu, kas vēlāk iegūs milzīgu nozīmi. Mani personiski ļoti ieinteresējuši Jūsu eksperimentu rezul-

tāti, jo es jau sen domāju, ka drīzumā pie atbilstošiem apstākļiem mēs varēsim novērot kaut ko tamlīdzīgu.» Rezerfords nebija kļūdījies. Mākslīgās radioaktivitātes atklāšana ieguvusi milzīgu nozīmi mūsu dienās. Tika iegūti daudzu citu elementu radioaktīvie izotopi. Izrādījās, ka radioaktīvi var būt jebkura elementa izotopi neatkarīgi no tā vietas Mendelejeva tabulā. Mākslīgā radioaktivitāte paplašināja mūsu zināšanas par atoma kodola uzbūvi un pavēra jaunas iespējas praktiski izmantot iezīmētos atomus bioloģijā, medicīnā, metalurģijā, mašīnbūvniecībā, vieglajā rūpniecībā un pārtikas rūpniecībā.

Ar mākslīgās radioaktivitātes atklāšanu Irēna un Frederiks Žolio-Kirī kļuva pazīstami visā pasaulē. 1935. gadā viņiem piešķīra Nobeļa prēmiju. Likās, tas bija pavisam nesen, kad Irēna piedalījās ceremonijā, kurā pasniedza Nobeļa prēmiju viņas mātei, bet tagad viņas vīrs un viņa pati saņēma šo augsto apbalvojumu. Frederiks Žolio-Kirī savā runā sakarā ar apbalvojumu pareģoja procesus, kuru rezultātā varētu iegūt milzīgus atomenerģijas krājumus. Viņš sacīja: «... mums ir tiesības domāt, ka zinātnieki, konstruējami vai saārdīdami elementus pēc savas patikas, varēs realizēt kodolpārvērtības, kam būs sprādziena raksturs, īstas ķēdes reakcijas. Ja izrādīsies, ka šādas pārvērtības izplatās vielā, tad varam iedomāties, kāds milzīgs enerģijas daudzums tādā gadījumā izdalīsies.»

Tāpat bija pagājuši tikai daži gadi, un vienkāršs Rādija institūta laborants bija kļuvis par pasauleslaveni zinātnieku. Viņš bija jauns, laimīgs, spēka un ieceru pilns. 1934. gadā viņam piedāvāja katedru Sorbonnā, pēc trim gadiem viņš kļuva par profesoru Francijas koležā. Irēna pēc mātes nāves sākumā vadīja viņas laboratoriju, bet vēlāk kļuva par Rādija institūta direktori. 1935. gadā Irēna sāka strādāt par Nacionālā zinātņu fonda darbu vadītāju, bet gadu vēlāk viņu iecēla par izglītības ministra vietnieci zinātniskās pēt-

niecības darbu vadīšanai Francijā. Kopā ar dienvidslāvu fiziķi Saviču viņa ieguva jaunus radioaktīvus elementus, smagākus par urānu. Ap Zolio-Kirī sāka grupēties franču, kā arī daži ārzemju zinātnieki, kuru eksperimentus viņš vadīja, — Kovarskis, Albans, Savels u. c. Šajā laikā viņu aizrāva idejas, kas saistītas ar inženiera darbu. Zinātnieka vadībā būvēja paātrinātāju, pārkārtoja Ampēra laboratoriju, par kuras vadītāju viņš kļuva, tajā cēla jaunus ķīmijas un bioloģijas korpusus. Beidzot, kļuvis par Francijas koležas profesoru, Zolio-Kirī būvēja Eiropā otro (pēc PŠRS) ciklotronu.

Sajā laikā zinātnieki daudzās valstīs neatlaidīgi bombardēja ar neitroniem dažādus elementus. Fermi Itālijā, Meitnere vispirms Berlīnē, vēlāk Zviedrijā, uz kuriem viņa bēga no fašistu vajāšanas, Hāns un Štrāsmanis Vācijā, Irēna un Frederiks Zolio-Kirī un dienvidslāvu fiziķis Savičs Parīzē pārliecinājās, ka urāns, ja to «apsauda» ar neitroniem, rada vieglākus elementus. Apkopodams iegūtos rezultātus, Frederiks Zolio-Kirī pirmais pierādīja sekojošo: ja bombardē urānu ar neitroniem, rodas jauni neitroni, kuru skaits pārsniedz primāro neitronu skaitu. Lai apstiprinātu šo hipotēzi, zinātnieks konstruēja oriģinālu ierīci un pirmoreiz no fotografēja atomu sabrukšanas trajektorijas. Faktiski bija pierādīts, ka atbrīvojušies neitroni var saskaldīt blakus esošos kodolus un izraisīt ķēdes reakciju.

1939. gadā Zolio-Kirī, Albans, Kovarskis un Frensis Perēns ieguva patentu viņu radītajai atomenerģijas iegūšanas iekārtai un bez atlīdzības nodeva to Francijas Nacionālajam zinātnisko pētījumu centram.

Sākot ar 30. gadiem, Zolio-Kirī pamazām iesaistījās sabiedriskajā darbā. 1934. gadā viņš iestājās Francijas sociālistiskajā partijā, divus gadus vēlāk — «Līgā cīņai par cilvēka tiesībām». Taču drīz vien viņam kļuva skaidrs, ka sociālistiskā partija nepauž tautas patiesās intereses.

Spānijas notikumu laikā visas Žolio-Kirī simpātijas piedēra brīvību mīlošajai tautai, kas pašai dziedīgi cīnījās pret fašismu; viņš aicināja sniegt Spānijas republikai visāda veida palīdzību. Frederiks bija dziļi sašutis par Minhenes vienošanās parakstīšanu, kas atraisīja rokas hitleriskajai Vācijai. Ja agrāk viņš uzskatīja, ka viņa vieta ir laboratorijā, nevis tribīnē, tad apmēram no 1934. gada viņš saprata, ka nevar būt pasīvs vērotājs, un kopā ar Lanževēnu un citiem Francijas progresīvajiem cilvēkiem iesaistījās cīņā pret nacismu.

1938. gadā starptautiskais stāvoklis stipri saasinājās. Tiem, kas nodarbojās ar kodolfizikas jautājumiem, kļuva skaidrs, ka atomenerģija slēpj sevī milzīgas iespējas. Šādos apstākļos brīva zinātniska informācija par šiem jautājumiem kļuva neiespējama. Franču zinātnieki sāka saņemt vēstules ar lūgumu pārtraukt urāna kodolu sabrukšanas pētījumu rezultātu publicēšanu. Otrā pasaules kara sākumā Žolio-Kirī pārtrauca savu darbu publicēšanu. Taču darbs turpinājās. Eksperimentu veikšanai vajadzēja atrast vielu — atbrīvojušos neitronu palēninātāju. Šim nolūkam varēja izmantot «smago ūdeni». Žolio-Kirī izdevās panākt, ka tika iepirkti visi Norvēģijā esošie «smagā ūdens» krājumi.

Tādējādi 1939. gadā Žolio-Kirī vadītais zinātnieku kolektīvs atradās atomenerģijas iegūšanas un izmantošanas avangardā. Taču drīz vien Francijas zemei pāri brāzās fašisma vilnis. Žolio-Kirī kolēģi Holbans un Kovarskis ar «smagā ūdens» krājumiem slepeni devās uz Angliju, bet viņš pats palika Parīzē. Drīz vien viņa laboratorija fašistiem pašā degungalā sāka nodarboties ar jautājumiem, kam nebija nekāda sakara ar zinātni: tajā izgatavoja pudeles ar degšķidrumu, ko franču Pretošanās kustības dalībnieki gatavojās izmantot cīņai pret vērmahta tankiem. 1940. gadā, protestēdams pret Lanževēna arestu, Žolio-Kirī paziņoja par savas laboratorijas slēgšanu un iesaistījās aktīvā cīņā

pret fašismu. Gestapovieši divas reizes apcietināja zinātnieku, taču tiešu pierādījumu tiem nebija, bet par Žolio-Kirī pagrīdes cīņu tie nezināja. Smagajā 1942. gadā, kad Hitlera karapūļi mīdīja Padomju Savienības zemi, bet karam vēl nebija paredzamas beigas, Žolio-Kirī iestājās Francijas Komunistiskajā partijā. «Es kļuva par komunistu tādēļ, ka biju patriots,» viņš sacīja.

Lai gan Žolio-Kirī bija izcils zinātnieks, kura vārdu pazīst visā pasaulē, un ieņēma daudzus oficiālus amatus, bija materiāli nodrošināts, saņēma daudz vilinošu piedāvājumu no rūpniecības kompānijām, viņš tomēr prata atteikties no visa tā un iesaistījās bīstamajā un grūtajā cīņā pret brūno mēri. Sākās smagi pagrīdes cīņas gadi. Žolio-Kirī vārds kļuva par šās cīņas karogu.

Pēc Francijas atbrīvošanas zinātnieks kļuva par Nacionālā zinātnisko pētījumu centra vadītāju. Žolio-Kirī centās panākt, lai zinātne kalpotu viņa zemes nacionālās neatkarības interesēm. Viņš nolēma dot savai dzimtenei atomenerģiju, kas kalpotu nevis iznīcināšanai, bet mierlaika vajadzībām. Žolio-Kirī pārliecinājās, ka, turpinot darbu atomenerģijas jomā, vienlaikus jācīnās pret tās izmantošanu militārām vajadzībām.

Aizstāvēdams zinātni, viņš kļuva par vienu no visaktīvākajiem miera cīnītājiem. «Es izjutu kārdinājumu noslēgties savā laboratorijā, taču es jautāju sev: «Bet kas izmantos manu atklājumu?» Un tad es sapratu: lai varētu mierīgi sēdēt savā laboratorijā, man jācīnās to rindās, kas grib, lai zinātnes sasniegumi tiktu izmantoti mierlaika vajadzībām...»

1946. gadā Žolio-Kirī kopā ar sievu divas reizes ieradās ASV, kur piedalījās ANO Atomenerģijas komisijas darbā. Šeit viņam bija ļoti nozīmīga saruna ar amerikāņu bankieri Baruhu, kas diezgan noteikti sacīja: ja Žolio-Kirī strādātu Amerikā, viņam būtu lieliska laboratorija, līdzstrādnieki un

karaliska alga. Žolio-Kirī smiedamies atbildēja Baruham, ka tas viņam esot par maz. Karaliskā alga nevilināja izcilo zinātnieku. Viņš, protams, varēja drūmajos Hitlera okupācijas gados aizbraukt uz Angliju vai Ameriku, pieņemot Baruha priekšlikumu un atdoties «cildenākajam priekam — atklāšanas un radīšanas priekam». Bet tas nozīmētu kļūt neuzticīgam savai tautai, ko Žolio-Kirī milēja vairāk par visu pasaulē.

Pēc Žolio-Kirī iniciatīvas Francijā tika izveidots Atomenerģijas komisariāts, par kura vadītāju viņš kļuva. Irēna, Perēns un Ožē bija šā Komisariāta komisāri. Žolio-Kirī visu Komisariāta darbinieku vārdā paziņoja, ka viņu darbs būs veltīts tikai vienam mērķim — lai atomenerģija tiktu izmantota cilvēka labklājības interesēs, nevis lai nonāvētu un iznīcinātu; viņš brīdināja, ka visi aizies no šīs iestādes, ja viņiem tiks izgatavot atomieročus. Zinātniekiem nācās pārvarēt lielas grūtības, radot pirmo atomreaktoru. Kara laikā dezorganizētā Francijas rūpniecība, kā arī valdošo aprindu naidīgā attieksme radīja papildu grūtības, bet Augstākā komisāra neizsīkstošā enerģija un milzīgā autoritāte deva iespēju isā laikā sasniegt mērķi. 1948. gadā Šatiljona fortā tika iedarbināts pirmais atomreaktors.

Drīz vien Francijas, ASV un Anglijas-valdošās aprindas izteica sašutumu par to, ka Komisariāta priekšgalā ir «cilvēks, kas atļaujas būt komunistis», uzstājas pret atomenerģijas izmantošanu militārām vajadzībām un pilnībā atbalsta Padomju Savienības miermīlīgo politiku. Tie, kam bija rokās vara, gribēja, lai Augstākais komisārs klusē un izgatavo atomieročus, bet viņš nevarēja un negribēja darīt ne vienu, ne otru. Tad Francijas valdība, paklausīdama savu Amerikas saimnieku pavēlei, 1950. gadā pieņēma kauna pilnu lēmumu atcelt Žolio-Kirī no Komisariāta vadītāja pienākumiem. Viņam aizliedza ierasties Šatiljona fortā, dažas pērkamas avizes pat atļāva sev nekrietnus izlēcienus pret

slaveno zinātnieku. Pusgadu vēlāk lika aiziet no Komisariāta Irēnai Žolio-Kirī un vairākiem citiem progresīvajiem zinātniekiem.

Francijas valdības lēmums izraisīja protestu vētru visā pasaulē. Zinātniskajās sesijās, sapulcēs un mītiņos dažādās valstīs tika pieņemtas rezolūcijas, kas nosodīja Francijas valdošo aprindu apkaunojošo rīcību. Jaunieši Žolio-Kirī kārtējās lekcijas laikā Francijas koležā sarīkoja demonstrāciju. Galds un katedra bija vienos ziedos, tūkstošiem cilvēku gaitenēs un kāpņu telpās gaidīja parādāmie zinātnieku. Stihiski izraisījās mītiņš. Progresīvā Francija negribēja samierināties ar valdības kauna pilno lēmumu. Žolio-Kirī vārds kļuva par cīņas karogu. «Žolio — tas ir miers!» rakstīja progresīvie laikraksti.

Kļuvis par Vispasaules Miera Padomes vadītāju, Žolio-Kirī veica milzīgu darbu, atdodams cīņai par mieru visu savas cēlās sirds degsmi. 1951. gadā viņš kļuva par Starptautiskās Leņina miera prēmijas laureātu. Pirmoreiz vēsturē par plašas tautas kustības vadītāju bija kļuvis nevis politiķis, bet zinātnieks.

Irēna Žolio-Kirī šai laikā turpināja vadīt Rādija institūtu un katedru Sorbonnā. Pēc viņas projekta Orsā, Parīzes tuvumā, sāka veidoties jauns kodolcentrs, kas bija apgādāts ar vismodernāko aparatūru. Skaidri iezīmējās jaunā, aizraujošā darba perspektīvas. Diemžēl spēki arvien vairāk zuda. Frederiks un Irēna abi bija smagi saslimuši ar staru slimību. Viņiem nepatika runāt par savu slimību, un līdz pēdējam mūža dienām viņi turpināja aktīvi strādāt.

1956. gadā Irēna nomira. Frederiks smagi pārdzīvoja sievas nāvi. Agrāk viņš mēdza teikt: «Irēna ir puse no manis. Viņas sāpes ir manas sāpes. Mēs vienmēr esam kopā.» Tagad Frederiks bija palicis viens, viņa agrākajiem pienākumiem pievienojās jauni: viņš pārņēma Irēnas katedru Sorbonnā un sāka vadīt kodolcentra celtniecību Orsā.

Žolio-Kirī izrādīja dedzīgu interesi par kodolfizikas problēmām, ko risināja Padomju Savienībā. Viņš vairākkārt ieradās Padomju Savienībā un bija liels un sirsnīgs padomju zinātnieku draugs. Pēdējo reizi Žolio-Kirī ieradās mūsu zemē 1958. gadā. Viņš iepazinās ar Dubnas institūta darbiem, aplūkoja sinhrofazotronu, stāstīja par celtniecību Orsā un izteica vēlēšanos kopīgi veikt pētījumus kodolfizikā.

1958. gada jūnijā sāka darbu milzīgais sinhrofazotrons Orsā, kura celtniecību vadīja Žolio-Kirī. Sai pēdējā sava mūža gadā smagi slimais zinātnieks paspēja paveikt ļoti daudz: viņš piedalījās Vispasaules Miera Padomes Biroja sēdē Lozannā, nolasīja Beļģijā zinātnisku lekciju, atklāja Starptautisko kongresu par kodolfizikas problēmām, uzrakstīja referātu par atbrūņošanas kongresam, kas notika Stokholmā, turpināja zinātniskos eksperimentus.

Augustā Žolio-Kirī nomira. Viņš apbedīts So priekšpilsētā Parīzes tuvumā blakus Irēnai Žolio-Kirī, Marijai un Pjēram Kirī. «Viņu ne tikai cienīja, viņu mīlēja, bet mīlestību ir daudz grūtāk iegūt nekā jebkuru goda nosaukumu, nekā jebkuru prēmiju, nekā akadēmiķa zobenu vai krāšņu pieminēkli uz laukuma,» par savu draugu rakstīja Iļja Ērenburgs.

Irēnas un Frederika Žolio-Kirī bērni turpina Kirī ģimenes jauko tradīciju. Meita Elena un viņas vīrs Mišels Lanževēns, Pola Lanževēna mazdēls, strādā Rādija institūtā, dēls Pjērs nodarbojas ar bioloģiju.

ZINĀTNIEKŠ, CĪNĪTĀJS, KOMUNISTS

Pols Lanževēns
(1872—1946)



Aizrobežu fiziķu vidū neatradīsim daudz tādu cilvēku, kas prastu tik harmoniski apvienot sevī spējas veikt spidošus zinātniskus pētījumus un reizē cīnīties par progresīvu zinātņi, demokrātiju un sociālismu, kā to prata Pols Lanževēns. Lanževēna personība saista mūs tāpēc, ka viņš bija izcils zinātnieks fiziķis, talantīgs pedagogs un domātājs, kas centās izprast un apkopot jaunās fizikas zinātnes atziņumus, pamatojoties uz dialektisko materiālismu. Lanževēns bija Tautas frontes cīnītājs, antifāšists, no 1942. gada — Francijas Komunistiskās partijas biedrs. Padomju zinātnieks A. Jofe rakstīja, ka Lanževēns «bija Francijas, franču kultūras spožuma un dziļuma, 1789. gada ideju un Komūnas simbols».

Lanževēna biogrāfija cieši saistīta ar galvenajiem noti-

kumiem 20. gadsimta fizikas vēsturē. Jau pašā savas zinātniskās darbības sākumā Lanževēns uzsāka cīņu ar idealismu fizikā. Viņš neizjuta nekādas šaubas un svārstīšanos sakarā ar jaunajiem, «dīvainajiem» atklājumiem 20. gadsimta sākumā. Viņa skatījumā tie bija nevis katastrofa, nevis izziņas krahs, bet gan apliecinājums tam, ka pasaule ir materiāla, ka to var izziņāt arvien pilnīgāk un dziļāk. «Domāšana,» rakstīja Lanževēns, «pēc savas būtības ir evolūcijas process, kura uzdevums ir radīt jaunus jēdzienus, nepiešķirot absolūtu nozīmi jēdzieniem, kas izriet no pirmatnēja un pavirša kontakta ar dabu.» Viņš ne tikai konstatēja jaunus faktus, bet vienmēr tos arī plaši filozofiski vispārināja. Tas attiecās uz visiem filozofiskajiem mūsdienu fizikas jautājumiem. Lai gan savos pirmajos darbos Lanževēns stihiski izmantoja dialektisko metodi tādu ļoti svarīgu problēmu izstrādāšanā kā telpa un laiks, cēlonība, viļņa-daļiņas duālisms, tomēr vēlāk dialektiski materiālistiskais pasaules uzskats viņam kļuva par vienīgo iespējamo. Zinātnieks uzrakstījis ļoti daudz rakstu un referātu, kas liecina par to, ka viņš dziļi filozofiski izpētījis mūsdienu fizikas atklājumu būtību, — «Elektronu fizika», «Laiks, telpa un cēlonība mūsdienu fizikā», «Enerģijas inerce un tās sekas», «Relativitāte», «Mūsdienu fizika un determinisms», «Domas un darbība» u. c.

Lanževēns dzimis 1872. gadā Parīzē. Viņa bērnība, kā viņš pats izteicies, pagājusi «starp tēvu — republikāni līdz sirds dziļumiem — un māti, kas savā uzticībā ģimenei bija ar mieru nest jebkuru upuri». No tēva un mātes Pols mantojis riebumu pret varmācību un kvēlu tieksmi pēc sociāla taisnīguma. Parīzē vēl joprojām bija dzīvs Komūnas gars, un tās ideju ietekmē veidojās jaunā Lanževēna pasaules uzskats. Ģimene dzīvoja ļoti trūcīgi, un tikai jauneklā izcilā apdāvinātība deva viņam iespēju bez maksas iegūt izglītību. Visas trīs skolas, kurās viņš mācījās, bija Parīzes

municipalitātes pārziņā, un Lanževēns kā labākais no labākajiem tika atbrīvots no mācību maksas. Sākumā viņš mācījās pamatskolā, pēc tam no 1884. gada Lavuazjē skolā, bet pēc tās beigšanas Industriālās fizikas un ķīmijas skolā. Tā bija savdabīga mūsu tehnikumam līdzīga mācību iestāde, ko nodibināja pēc franču ķīmiķa Šutcenbergera ierosinājuma par Parīzes pilsētas līdzekļiem. Skolā uzņēma tikai francūžus. Skolu beigušie ieguva inženiera fizika vai inženiera ķīmika diplomu.

Sai skolai bija liela nozīme Lanževēna dzīvē. Fiziku tajā pasniedza Pjērs Kirī — izcils zinātnieks, lielisks pedagogs un cilvēks. Vēlāk, 1903. gadā, Lanževēns jau kā nobriedis zinātnieks stājās viņa vietā šajā skolā, bet no 1905. gada pats sāka vadīt to. Kļuvis par šīs skolas direktoru, viņš izveidoja to par vienu no Francijas labākajām mācību iestādēm.

Lanževēns Kirī vadībā bija labi sagatavojies, taču bija par agru sapņot par augstākās izglītības iegūšanu, jo, lai nokārtotu konkursa eksāmenu Augstākajā normālskolā — Francijas slavenākajā mācību iestādē, vajadzēja būt pamatīgām zināšanām augstākajā matemātikā un latīņu valodā. Divus gadus Lanževēns ar neatlaidību patstāvīgi gatavojās eksāmeņiem, sev līdzekļus iztikai nopelnīdams ar mājskolotāja darbu. Divas stundas dienā viņš mācījās latīņu valodu, astoņas stundas matemātiku. «Tas bija patikams laiks manā mūžā, īsta manu briesmošo spēku mobilizācija,» vēlāk atcerējās Lanževēns.

1893. gadā Lanževēns, turklāt pirmais, izturēja pārbaudījumu un iestājās Augstākajā normālskolā, kurā ieguva plašas zināšanas un kurā izveidojās jaunekļa zinātnisko interešu loks. Seit viņš uzsāka pētniecības darbu kopā ar Emē Kotonu un jauno profesoru Perēnu, ar kuriem viņu visu turpmāko dzīvi saistīja ciešas draudzības saites. Franču fiziķis Perēns centās iepazīt parādības, kas bija

saistītas ar jaunajiem atklājumiem. Kopā ar Lanževēnu viņš pētīja gāzu jonizāciju ar rentgenstariem.

Šīs skolas studenti un pasniedzēji nenorobežojās no apkārtējās pasaules, viņi aktīvi piedalījās politiskajos notikumos un bieži pulcējās Pjēra un Marijas Kīri mājās, lai risinātu draudzīgus strīdus un pārrunas.

Kad skola bija pabeigta, Lanževēnam atkal palīgā nāca Parīze. Ar Pjēra Kīri gādību Pols saņēma stipendiju, lai varētu gatavoties zinātniskajam darbam Kembridžā, slavenajā Kavendiša laboratorijā, kuru tai laikā vadīja Tomsons. Šeit pastāvēja sava veida doktorantūra, kuru viņš vadīja. Ievērojamā angļu zinātnieka laboratorijā tajā laikā strādāja daudzi talantīgi jaunieši — Rezerfords, Taundsens un Vilsons, kas vēlāk kļuva par izciliem fiziķiem. Viņi galvenokārt pētīja elektriskās strāvas plūšanu caur gāzēm. Šajā laboratorijā 1897. gadā Tomsons atklāja elektronu. Ar savu darbu Kavendiša laboratorijā Lanževēns jau toreiz ieguva lielu autoritāti. Šeit viņš sadraudzējās ar jauno Rezerfordu, bet Tomsonu visu mūžu uzskatīja par vienu no saviem skolotājiem. Tomsons savukārt izjuta dziļas simpātijas pret jauno zinātnieku.

Atgriezies no Anglijas, Lanževēns strādāja par pasniedzēju fizikas katedrā Sorbonnā un vienlaikus gatavoja doktora disertāciju «Jonizēto gāzu pētījumi». Savā disertācijā Lanževēns iztirzāja jautājumus par gāzu jonizēšanas rentgenstaru, katodstaru un radioaktīvo starojumu iedarbības rezultātā, izstrādāja visnozīmīgāko, jonizētā gāzē notiekošo parādību — jonu kustīguma un rekombinācijas — teoriju un mērījumu principus. Tā, piemēram, viņš izstrādāja metodi, kā noteikt jonu kustības ātrumu gāzē, un atrada jonu kustīguma formulu, kuru mūsu dienās plaši izmanto tiratronu un dzīvsudraba taisngriežu aprēķināšanai. Interesanti atzīmēt, ka Lanževēns disertācijā pirmais ar panākumiem izmantoja Bolcmaņa darbu par gāzu kinētiskās teori-

jas jautājumiem, kurš vēlāk ieguva augstu novērtējumu. Lanževēns jau šajā darbā prata atteikties no novecojušiem zinātniskajiem jēdzieniem. Pētīdams lādētas daļiņas kustību elektromagnētiskajā laukā, Lanževēns viens no pirmajiem izdarīja secinājumu, ka parastais masas jēdziens attiecībā uz šīm daļiņām izmainās, ka «masa, kuru nosaka ar dinamikas pamatvienādojumu, nav vairs konstanta un kļūst par ātruma funkciju». Viņš uzskatīja, ka nepieciešams pārveidot dažus klasiskās mehānikas likumus, jo tās parastie likumi, «būdami precīzi tikai pirmajā tuvinājumā, nav attiecināmi uz parādībām, kas notiek atoma iekšienē». Bet tas jau ir tiešs ceļš uz jaunu, relativistisku mehāniku.

Pētīdams gāzu jonizācijas parādības, Lanževēns atklāja, ka eksistē īpaši smagie joni, kas atšķiras no parastajiem joniem. Tie veidojas zemes atmosfērā, parastajiem joniem nosēžoties uz puteklišiem, un to masa ir tūkstoš reižu lielāka par parasto jonu masu.

1902. gadā Lanževēns ieguva doktora grādu un tika uzaiņināts uz Francijas koležu, kur pēc septiņiem gadiem kļuva par profesoru. Francijas koleža — jau renesanses laikmetā dibināta mācību iestāde — bija kļuvusi par daudzu ievērojamu zinātnieku izglītošanas darba vietu. 34 gadus Lanževēns lasīja šeit lekcijas, propagandēdams visu jauno, kas bija sasniegts fizikā šajos gadu desmitos. Lekcijas audzināja jaunos franču zinātniekus. Lanževēna skolnieks Frederiks Žolio-Kirī, uzrunādams viņu, teica: «... Jūsu pasniedzēja darbam Fizikas un ķīmijas skolā un Jūsu lekcijām Francijas koležā bija izšķiroša nozīme manā un daudzu manu biedru dzīvē.»

Lanževēns kā zinātnieks-eksperimentētājs un kā lielisks tālaika fizikas problēmu speciālists bija iemantojis tik lielu starptautisku autoritāti, ka visautoritatīvākais fiziķu forums — Solveja starptautiskais kongress — 1928. gadā ievēlēja viņu par savu prezidentu mirušā Lorenca vietā.

Viņš bija daudzu aizrobežas universitāšu goda doktors, Londonas Karaliskās biedrības ārvalstu loceklis un PSRS Zinātņu akadēmijas goda biedrs.

Ievērojamākie Lanževēna darbi veltīti magnētisma teorijai. Nav šaubu, ka interese par šiem pētījumiem viņam radās Pjēra Kirī ietekmē, kurš atklāja paramagnētisma un diamagnētisma pamatlikumus. Lanževēns magnētisma teorijas jautājumam veltījis vairākus darbus. Ievērojamākais no šiem darbiem — «Magnētisms un elektronu teorija» — pieskaitāms klasikai. Šajā darbā risinātā problēma bija ļoti aktuāla ne tikai no teorijas, bet arī no prakses viedokļa sakarā ar magnētisko materiālu plašo izmantošanu tehnikā.

Ir zināms, ka dažādas vielas magnētiskajā laukā izturas dažādi. Citas ļoti intensīvi magnetizējas ārējā magnētiskā lauka virzienā (feromagnētiķi), citas (paramagnētiķi) magnetizējas ļoti vāji. Pjērs Kirī pierādīja, ka paramagnētisko ķermeņu magnētiskā susceptibilitāte mainās apgriezti proporcionāli absolūtajai temperatūrai. Šo sakarību sauc par Kirī likumu. Ir vielas (diamagnētiķi), un to pēc skaita ir visvairāk, kas magnetizējas ļoti vāji magnētiskajam laukam pretējā virzienā, turklāt to magnētiskā susceptibilitāte nav atkarīga no temperatūras. Pēc paša Lanževēna vārdiem, tajā laikā vēl nebija «izveidojies nekāds noteikts priekšstats par šo sarežģīto parādību tās kopumā». Radīdams savu magnētisma teoriju, Lanževēns, no vienas puses, balstījās uz sava skolotāja Pjēra Kirī eksperimentālajiem pētījumiem, kurš daudzām vielām bija konstatējis sakarību starp magnētisko susceptibilitāti un absolūto temperatūru. No otras puses, šīs teorijas pamatā bija Lorenca elektronu teorija, kas deva iespēju aplūkot visas šīs trīs parādības no vienotām pozīcijām.

Elektroni, kas riņķo apkārt kodolam, ir ekvivalenti strāvai, kurai saskaņā ar Maksvela teoriju jārada ap sevi magnētiskais lauks. Tātad molekula ir ekvivalenta magnētam,

kura magnētiskais moments ir vienāds ar atsevišķo, molekulu veidojošu elektronu orbītu momentu ģeometrisko summu. Šis moments var būt vienāds ar nulli, ja strāvas kompensē cita citu, vai var arī atšķirties no nulles, ja šādas kompensācijas nav. Ja tagad molekula, kurai nav magnētiskā momenta, nokļūst ārējā magnētiskajā laukā, tad visas molekulārās strāvas nedaudz izmainās, taču molekulas neorientējas kādā noteiktā virzienā, jo to magnētiskie momenti ir kompensēti. Šādā molekulārā sistēmā, kā apgalvo Lanževēns, arī rodas diamagnētisma parādība. No vienas puses, diamagnētisms neizmaina ķermeņa molekulu termisko kustību, neizmaina tā temperatūru. No otras puses, temperatūra neietekmē magnētisko susceptibilitāti; tas pilnībā saskan ar Kirī likumu.

Pēc tam Lanževēns pierādīja, ka tādu diamagnētisma izskaidrojumu pilnībā apstiprina optiskas parādības, it īpaši Zēmaņa efekts, kura pamatā ir spektrālo līniju sašķelšanās magnētiskajā laukā.

Izskaidrodams paramagnētisma parādību un magnētiskās susceptibilitātes apgriezto atkarību no absolūtās temperatūras, Lanževēns apgalvo, ka paramagnētiskām molekulām raksturīgs magnētiskais moments, kurš ir no dabas nemainīgs un atšķiras no nulles. Nonākdamaš magnētiskajā laukā, tās orientējas šā lauka virzienā. Šai gadījumā viņš pielieto Bolcmaņa atklāto statistiskās teorijas likumu par gāzes molekulu sadalījumu gravitācijas laukā. Pēc Lanževēna domām, ja nav ārējā magnētiskā lauka, visi molekulu magnētiskie momenti ir haotiski, jo notiek termiskā kustība; turpretim magnētiskais lauks šos momentus orientē. Rezultātā izveidojas līdzsvars starp orientējošo iedarbību un termisko kustību. Šo stāvokli raksturo Bolcmaņa-Lanževēna formula. Ir skaidrs, ka, jo augstāka temperatūra, jo intensīvāka ir termiskā kustība un tāpat zemāka ir magnētiskā susceptibilitāte.

Tālāk Lanževēns pierādīja, ka pie ļoti zemām temperatūrām magnētiskais lauks var orientēt visas molekulas; tad iestājās magnētiskā piesātinājuma stāvoklis. Šo efektu atklāja holandiešu fiziķis Kamerlings-Onness 1914. gadā pie 4°K augstas temperatūras. Lanževēna teorijas pamattēzes saglabājušas savu nozīmi līdz pat mūsu dienām, bet viņa statistiskā metode tiek plaši izmantota citās fizikas nozarēs. Pats Lanževēns, izmantodams šo metodi, vēlāk radīja «Kera efekta» teoriju. Debaī piemērojis to dielektriķu teorijai, bet Heizenbergs un Veiss — feromagnētisma teorijai. Šī metode tika tālāk attīstīta kvantu mehānikā. Intuīcija nepievīla Lanževēnu, un viņa pieņēmums par molekulām un atomiem piemītošajiem magnētiskajiem momentiem ir pilnīgi pareizs.

Precizēdams savu magnētisma teoriju, Lanževēns atklāja vēl vienu ļoti interesantu un svarīgu parādību, kas tika nosaukta par magnetokalorisko efektu. Izrādās, ka, paramagnētisku ķermeni adiabatiski magnetizējot, tas izdala siltumu; kad magnetizācija zūd, siltums absorbējas, pie tam, jo zemāka ir sākuma temperatūra, kurā izbeigusies magnētiskā lauka iedarbība, jo lielāks ir ķermeņa absorbētā siltuma daudzums. Tieši šī metode vēlāk deva iespēju daudziem zinātniekiem iegūt ļoti zemas temperatūras, kas par grāda simttūkstošajām daļām atšķiras no absolūtās nulles.

Lanževēns strādāja vēl arī citā virzienā — viņš mēģināja izstrādāt speciālo un vispārīgo relativitātes teoriju. Jau pirms Einšteina Lanževēns kritizēja Ņūtona metafiziskos priekšstatus par absolūto telpu un laiku un izteica domas par starojuma inerci. Tā, piemēram, pazīstamo formulu $E=mc^2$ Lanževēns ieguva, aprēķinot gaismas masu pēc gaismas spiediena. Šis slēdziens nav universāls, tas ir iegūts vienam atsevišķam gadījumam, taču liecina par to, ka Lanževēns dziļi izpratis relativitātes principa būtību.

1913. gadā Lanževēns mēģināja izskaidrot, kāpēc ele-

mentu atomsvari nav veseli skaitļi, un apgalvoja, ka, hēlija kodolam veidojoties no četriem ūdeņraža kodoliem, izdalās ļoti liels enerģijas daudzums. Lanževēna asistents Nikols apgalvo, ka «Eiņšteins, runādams par relativitātes teoriju, vienmēr saucis to par Lanževēna-Eiņšteina teoriju». Turpretim Eiņšteins pats apcerē «Pols Lanževēns» rakstīja: «Man liekas pilnīgi ticami, ka viņš būtu izstrādājis speciālo relativitātes teoriju, ja tas nebūtu izdarīts citā vietā, — tik skaidri viņš izprata visus būtiskākos šīs teorijas punktus.»

Lielu popularitāti Lanževēns ieguva ar darbiem par ultraskaņu, kurus viņš iesāka 1916. gadā. Šī viņa darbības joma tieši saistīta ar Komiteju zinātnes izmantošanai nacionālās aizsardzības nolūkiem, kurā viņš strādāja pirmā pasaules kara laikā. Par iemeslu tam bija nepieciešamība atrast paņēmieni, kā atklāt zemūdenes un citus zemūdens šķēršļus. Doma par ultraskaņu svārstību izmantošanu šim nolūkam pieder krievu politiskajam emigrantam K. Silovskim, kurš, gribēdams palīdzēt savai dzimtenei, paziņoja par šo ideju sabiedrotās Francijas jūrlietu ministram. Lanževēns deva piekrišanu strādāt pie šīs tēmas un pierādīja sevi ne tikai kā lielisku fiziķi, bet arī kā inženieri konstruktoru. Ultraskaņas viļņu iegūšanai viņš izmantoja pjezoelektrisko parādību, kura līdz tam laikam praktiski netika izmantota. Efekta būtība ir šāda: ja kvarca plāksnīti pakļauj mehāniskai iedarbībai, tā elektrizējas. Šis efekts ir atgriezenisks: ja ar noteiktu frekvenci mainām elektrisko lauku, plāksnīte sāk mehāniski svārstīties.

Lanževēns radīja ultraskaņas generatoru, kurš deva šauru virzītu viļņu kūli. Viļņus, kuri atstarojās no zemūdenes vai kāda cita šķēršļa, fiksēja uztvērējs. Tā kā kvarcs bija ļoti dārgs, Lanževēns konstruēja starotāju mozaikas veidā, kurā bija salīmēta no daudzām kvarca plāksnītēm. Šāda konstrukcija — «Lanževēna sandvičs» — izrādījās ļoti veiksmīga, un, tā kā tai bija liela izstarošanas jauda,

izgudrojumu patentēja. Tomēr Francijas jūrlietu resors nevarēja apgādāt kuģus ar ultraskaņas aparātiem, un otrā pasaules kara sākumā šai ziņā pārākas bija Anglija un Vācija.

Lanževēna idejas ir to hidrolokatoru konstrukciju pamatā, ar kuriem mūsu dienās tiek apgādāti kara kuģi. Pamatodamies uz krievu fiziķa P. Ļebedeva darbiem, kurš bija atklājis gaismas spiedienu, Lanževēns ieteica skaņas intensitāti noteikt pēc skaņas spiediena; šai gadījumā viņš izmantoja likumu par starojuma spiedienu atkarību no tā blīvuma; šo likumu nosauca par Maksvela-Ļebedeva likumu. Vēl ilgi pēc tam neatslāba Lanževēna interese par ultrakustikas jautājumiem, un viņš strādāja pie savu aparātu pilnveidošanas. Lanževēns ieguva vērtīgus rezultātus arī ballistikā. Tie dod iespēju lādiņa lidojuma aprēķinos ņemt vērā labojumus, kurus rada spiediena, temperatūras un citu faktoru izmaiņas. Ballistikas kursā ir speciāla «Lanževēna formula».

Par Lanževēnu nevar runāt tikai kā par fiziķi. Viņš vienmēr uzskatīja par savu pienākumu «dalīt... spēkus starp kalpošanu Zinātnei un kalpošanu Taisnībai». Jaunais Lanževēns kopā ar citiem Francijas labākajiem ļaudīm pacēla savu balsi, lai aizstāvētu virsnieku Dreifusu, ko nepatiesi apvainoja nodevībā. 1920. gadā komunistu laikrakstā «Humanité» viņš publicēja protestu pret studentu izmantošanu par streiklaužiem masu streiku laikā, ar dedzīgām runām uzstājās par to franču kara jūrnieku atbrīvošanu, kuri bija atteikušies piedalīties intervencijā pret Padomju Savienību.

Pieaugošie fašisma draudi, Nāciju līgas bankrots pamudināja Lanževēnu aktīvi piedalīties cīņā par mieru. 1933. gadā viņš kļuva par vienu no Vispasaules antifašistiskās komitejas priekšsēdētājiem, par Cilvēka tiesību līgas priekšsēdētāju un piedalījās cīņā par Georgija Dimitrova un Ernsta Tēlmaņa atbrīvošanu.

1928. gadā Lanževēns ieradās Padomju Savienībā. Zi-

nātņu akadēmijas sēdē viņš nolasīja referātu par visaktuālāko problēmu: par starojuma enerģijas un masas savstarpējo sakarību. Padomju Savienības apmeklējuma laikā lielākas kļuva viņa simpātijas pret mūsu zemi, kuras dzīvi viņš vienmēr bija vērojis ar lielu interesi. Lanževēna politiskā aktivitāte arvien pieauga. Viņš piedalījās Francijas Tautas frontes radišanā, bet 1939. gadā nodibināja žurnālu «Doma», kurā tika iespiesti raksti, kas atmaskoja ideālismu un propagandēja dialektiskā materiālisma atziņas. Zinātnieka simpātijas pilnībā piederēja komunistiem, un viņš to neslēpa.

Okupējuši Franciju, hitlerieši pirmām kārtām gribēja likvidēt Lanževēnu. Viņu arestēja 1940. gada 30. oktobrī. Francijas študenti un zinātnieki aktīvi protestēja pret okupantu patvaļu. Hitlerieši bija spiesti atbrīvot Lanževēnu un izsūtīja zinātnieku uz Truā pilsētu, kur viņš gestapo uzraudzībā nodzīvoja trīs gadus. Šie gadi netika pavadīti bezdarbībā. Lanževēns nodevās zinātniskajam darbam un piedalījās Pretošanās kustībā. Dzīvodams Truā, viņš pēc Žolio-Kirī lūguma uzrakstīja četrus rakstus par kodolfizikas problēmu, kas bija saistīta ar ātro neitronu palēnināšanu kodolreakcijās, kuras notiek atomreaktoros. Lanževēns ticēja fašisma neizbēgamajai bojā ejai un iedvesa šo pārliecību arī apkārtējiem. Ar slepena, galdā iemontēta radioraidītāja palīdzību viņš uzturēja sakarus ar saviem biedriem un bija viņiem lielisks optimisma paraugs. 1942. gadā fašisti apcietināja Lanževēna meitu Elēnu un viņas vīru, talantīgo zinātnieku-fiziķi un komunistu Žaku Solomonu. Meitu ieslodzīja koncentrācijas nometnē, bet znotu kopā ar citiem universitātes Pretošanās kustības dalībniekiem sodīja ar nāvi. Tūlīt pēc tam Lanževēns iestājās Francijas Komunistiskajā partijā. Baidīdamies par Lanževēna dzīvību, draugi 1944. gadā palīdzēja viņam aizbraukt uz Šveici.

Pēc Parīzes atbrīvošanas zinātnieks nekavējoties atgriezās

mājās un, lai gan veselība bija pasliktinājusies, aktīvi piedalījās Francijas atjaunošanā. Viņš atkal sāka strādāt Francijas koležā, Fizikas un ķīmijas skolā, žurnāla «Doma» redakcijā. Turklāt viņš kļuva par biedrības «Francija — PSRS» priekšsēdētāju un vadīja Izglītības reformas projekta sastādīšanas komisiju. Šo darbu viņš dēvēja par visas dzīves «noslēguma darbu». 1945. gadā Francijas zinātniskās iestādes kopā ar visiem pasaules progresīvajiem zinātniekiem godināja Lanževēnu. Izcilie dažādu valstu zinātnieki — F. Žolio-Kiri, D. Bernals, A. Jofe — savās runās, vēstulēs un apsveikumos atzīmēja Lanževēna milzīgos nopelnus fizikas attīstībā, cildināja viņu kā lielisku cilvēku un cīnītāju.

Lanževēns nomira 1946. gada 19. decembrī, savas 75 gadu jubilejas priekšvakarā. 1948. gadā sabiedriskās domas ietekmē, kas prasīja, lai tiktu atzīti Lanževēna nopelni tautas priekšā, viņa mirstīgās atliekas pārnesa uz Parīzes Panteonu. Kaut gan Francijas un daudzu citu valstu reakcionārā prese visiem spēkiem centās noklusēt visu, kas bija saistīts ar Lanževēnu — ar šo «kreiso», «sarkano» profesoru, tomēr pasaules progresīvie zinātnieki neļāva aizmirst viņu. Kanādas zinātnieks Longprē rakstīja: «... nekāda klusēšanas sazvērestība nepiespiedīs mūs atstāt neievērotu Pola Lanževēna dzīvi un darbus.»

KVANTU TEORIJAS PAMATLICEĪS

Nils Bors
(1885—1962)



1961. gads. Maskava. Kādā maija dienā Fizikas problēmu institūta konferenču zālē pulcējušies dažādu paudžu pārstāvji: gan nobrieduši zinātnieki, gan pavisam jauni laboranti, kas nesēn saņēmuši gatavības apliecības. Ieradušies arī daudz ārzemju zinātnieku. Jaunatne drūzmējas pie ieejas un gaitēnos. Gaida ierodamies Nilu Boru, kas atbraucis uz Padomju Savienību. Un tur jau viņu redz nākam sava senā paziņas akadēmiķa Pjotra Kapicas pavadībā.

Boram ir 76 gadi. Viņam ir milzīga, grumbu izvagota piere, biezas sarauktas uzacis, plats apburošs smaids. Pēc isas, draudzīgas apsveikuma runas viņš saka: «Es nedomāju šodien stāstīt par jaunākajiem mūsdienu zinātnes sasniegumiem. Šajā auditorijā ir ne mazums cilvēku, kas to

varētu izdarīt labāk par manj. Man vienkārši gribas mazliet dalīties ar jums atmiņās...» Un sākas nepiēspiesta, aizraujoša saruna, kurā ir gan dziļas domas un asprātīgi joki, gan ekskursi pagātnē un zinātniskas prognozes. Diezin vai šīs tikšanās dalībnieki, no kuriem daudzi ne vienreiz vien bija dzirdējuši Boru uzstājamies, kad viņš agrāk apciemoja mūsu zemi, varēja iedomāties, ka redz šo ģeniālo fiziķi pēdējo reizi. 1962. gadā Bors nomira.

Ar ko gan ir ievērojams šis cilvēks, kas iemantojis milzīgu popularitāti un visas pasaules zinātnieku cieņu?

Nils Bors bija viens no izcilākajiem mūsdienu fiziķiem, viņa vārds kļuvis gandrīz vai leģendārs. Viņa idejas, tāpat kā Einšteina idejas, vairāk nekā pusgadsimtu bija vadošās fiziķu aprindās. Lai saprastu, ko veicis Bors, domās atgriezīsimies pusgadsimtu atpakaļ un mēģināsim iedomāties stāvokli fizikā toreiz, kad jaunais zinātnieks vēl tikai spēra pirmos soļus mikropasaules noslēpumainajos džungļos.

20. gadsimta priekšvakarā angļu fiziķis lords Kelvins apgalvoja, ka fizikas ēka jau esot uzcelta; nākamajām paaudzēm atliekot veikt tikai sīkus apdares darbus. Pie skaidrajām debesīm esot tikai divi «mākonīši», kas ainu padarot nedaudz drūmāku: neskaidrības par absolūti melna ķermeņa starojumu un ar Maikelsona eksperimentu saistītās šaubas, kurš pierādīja, ka gaismas ātrums nav atkarīgs no novērotāja kustības. Taču istenībā viss nebija nemaz tik vienkārši. Drīz vien mākonīši pārvērtās par draudīgiem mākoņiem. Radās teorijas, kas apgāza vecos uzskatus un priekšstatus. Fizikā sākās revolūcija, kas dziļi ietekmēja arī citas dabas zinātņu nozares. Sāka veidoties jaunā elektronu teorija.

Zinātnieki mēģināja atbildēt uz jautājumu: kāda ir atoma uzbūve — cik elektronu ir dažādu elementu atomos, kā tie izkārtoti atomā (kārtās, spietos vai kā citādi), kā tie izturas (kustas vai «sēž» mierīgi), beidzot, kur tad atrodas atoma

pozitīvais lādiņš, vai tas ir sadalīts pa visu atomu vai koncentrēts tā centrā? Pamazām tika iegūtas atbildes uz daudziem jautājumiem, bet patiesība dzima ar grūtībām, pastāvīgā cīņā, šaubās un strīdos.

Ernests Rezerfords uz savu eksperimentu pamata pirmoreiz radīja atoma planetāro modeli, kurā apkārt pozitīvi lādētam kodolam riņķo elektroni. Bet, ja tas tā būtu, tad saskaņā ar klasisko elektrodinamiku lādētai daļiņai, kas kustas elektromagnētiskajā laukā, nepārtraukti jāzaudē enerģija. Tātad elektronam, izstarojot enerģiju un tuvojoties kodolam, jānokrīt uz tā. Taču tas nenotiek. Atoms ir ļoti stabila sistēma.

Fiziķi un ķīmiķi apvienoja savus pūliņus, lai atklātu atoma uzbūves noslēpumu. Mozlijs, Sodi, Rasels, Fajanss un citi zinātnieki apgalvoja, ka atoma ķīmiskās īpašības esot atkarīgas no tā lādiņa lieluma, ka tas nosakot elementa vietu Mendeļejeva tabulā. Vajadzēja dot teorētisku izskaidrojumu jaunajiem atklājumiem, izskaidrot atoma stabilitāti, pārvarēt grūtības, kas likās nepārvaramas un bija saistītas ar atoma planetāro modeli. Visu šo milzīgo darbu veica Bors.

Izcilais zinātnieks, Einšteina draugs Infelds salīdzina Boru ar 19. gadsimta ģeniālo zinātnieku Maiklu Faradeju. Kā viens, tā otrs bija dziļi izpratuši, ka, lai aprakstītu jaunās parādības, jāatsakās no pierastajiem priekšstatiem. Kā Bors, tā arī Faradejs operēja ar samērā vienkāršiem matemātiskiem līdzekļiem, bet viņiem abiem bija neparasta intuícija un iztēle. «Bora spēks slēpjas viņa neparastajā iztēlē, konkrētajā un tēlainajā domāšanā,» apgalvo L. Infelds.

Nils Bors dzimis 1885. gadā Kopenhāgenā, fizioloģijas profesora ģimenē. Viņa bērnība un jaunība pagāja dzimtajā pilsētā. Divdesmit gadu vecumā viņš nosūtīja Dānijas karalistes zinātniskajai biedrībai savu pirmo darbu, par kuru saņēma zelta medaļu. Šajā darbā bija ietverti pētījumi par

ūdens strūklas virsmas svārstībām un ūdens virsmas sprauguma noteikšanu. Taču šā pirmā darba idejas paliek klasiskās fizikas ietvaros.

1911. gadā Bors pabeidza universitāti, aizstāvēja disertāciju un aizbrauca uz Kavendiša laboratoriju, kur gatavojās Džozefa Tomsona vadībā strādāt pie elektronu teorijas. Taču šī sadarbība nebija ilga. Bora progresīvās idejas neguva Tomsona atsaucību, kurš bija klasiskās fizikas piekritējs. Viņi ļoti bieži strīdējās. Bors domāja dziļāk, viņu neatvairāmi saistīja jaunās fizikas idejas. Strīdi starp Tomsonu un jauno, ietiepīgo dāni, acīm redzot, nopietni ietekmēja viņu attiecības, un, lai gan Bors vienmēr bija uzskatījis angļu zinātnieku par ģeniālu cilvēku, viņš aizbrauca no Kembridžas uz Mančestru pie nemierīgā meklētāja Rezerforda. Rezerfords tajā laikā ar līdzstrādnieku grupu nodarbojās ar atoma kodola pētījumiem. Bors izjuta dziļas simpātijas pret Rezerfordu, jūsmoja par viņu kā par zinātnieku un cilvēku. Sākās kopīgas pārrunas, strīdi, meklējumi. Un, lūk, 1913. gadā Bors, pamatojoties uz Planka atklājumu, atrada asprātīgu jautājuma risinājumu.

Dāņu zinātnieks apgalvoja, ka elektrons stabilajā atomā var riņķot ap kodolu pa noteiktu, «pieļautu» orbītu. Šajā stāvoklī tas ir mierīgs un neizstaro enerģiju.

Turpretī, ja elektrons pārlec no kādas noteiktas orbītas uz citu orbītu, kas atrodas tuvāk kodolam, tad tas izstaro enerģiju, pie tam šī izstarošana notiek nevis nepārtraukti, bet porcijās — kvantos. Bet, ja elektrons absorbē vienu kvantu enerģijas, tas pāriet uz orbītu, kas atrodas tālāk no kodola.

Šīs idejas tad arī veido tā saucamo «Bora postulātu» būtību. No mūsdienu fizikas viedokļa viss ir ļoti vienkārši. Tomēr vajadzēja būt ļoti drosmīgam cilvēkam, lai izteiktu šādu domu pie atomfizikas šūpuļa! Tā radās Bora atoma modelis un jaunā matērijas elektromagnētiskā teorija. Kā

parādīja zinātnes tālākā attīstība, šajos darbos bija arī daudz vāju vietu, savas pretrunas, kuras Bors pats vēlāk novērsa. Taču eksperimenti, kurus viņš izdarīja 1913. gadā, deva iespēju atrisināt veselu virkni ļoti grūtu problēmu. Zinātniekiem tas likās neticami, jo Bora postulāti neizrietēja no agrākajiem priekšstatiem par atoma uzbūvi. Tie bija pretrunā ar visiem 19. gadsimta fizikas principiem.

Pēc pirmo darbu pabeigšanas Bors vienu gadu dzīvoja Kopenhāgenā un lasīja lekcijas universitātē. 1914. gadā viņš atkal uz diviem gadiem aizbrauca uz Mančestru, kur turpināja darbu atoma teorijas jomā. 1916. gadā Bors apmetās uz pastāvīgu dzīvi Kopenhāgenā un kļuva par teorētiskās fizikas profesoru universitātē. Kopenhāgenā pēc viņa iniciatīvas nodibināja Teorētiskās fizikas institūtu, kuru viņš vadīja līdz sava mūža pēdējām dienām.

Bora idejas strauji izplatījās visā pasaulē, bet viņa lekcijas aiz Dānijas robežām pulcināja klausītājus no dažādām valstīm. Zinātnieks un rakstnieks Roberts Jungs raksta: «Vajadzēja Boram tikai ieminēties par to, ka viņš gatavojas nolasīt Getingenā lekcijas par saviem darbiem, un fiziķi nekavējoties sāka posties ceļā.» Zinātnieka lekcijas bija apbrīnojamas, kaut gan viņu uzskatīja par sliktu oratoru. Tie, kas dzirdējuši viņa uzstāšanos, apgalvo, ka viņš nekad nesot nācis klajā ar gatavām patiesībām, bet gan izteicis klausītājiem savas šaubas, hipotēzes, minējumus, no kuriem klātesošo acu priekšā veidojušies jauni atzinumi un atklājumi. Vēlāk Bora ietekmē izauga jauna fiziķu teorētiķu plejāde — Heizenbergs, Fermī, Diraks, Kleins, Pauli, Krāmers, Veiskopfs, Landaus, kas kopā ar viņu radīja zinātni par mikropasauli. Padomju akadēmiķis Landaus, kas uzskatīja sevi par Bora skolnieku, par viņu raksta: «Viņa attieksme pret cilvēkiem bija ģeniāli vienkārša. Es nevaru iedomāties Boru skolotāja un audzinātāja lomā. Viņš sarunājās vai strīdējās ar mums vienmēr kā līdzīgs ar līdzīgu. Šāda vien-

līdzība nebūt nemazināja Bora autoritāti mūsu acīs, tā cēla mūsu pašapziņu. Viņu neinteresēja mūsu vecums, stāvoklis, uzvalks vai raksturs. Viņu interesēja mūsu idejas.»

1922. gada par darbiem atoma uzbūves un tā starojuma kvantu teorijā Bors saņēma Nobela prēmiju. Viņam toreiz bija 37 gadi. Kvantu fizikas attīstība no 1913. gada līdz 1925. gadam notika, galvenokārt tālāk attīstot Bora teoriju, kas deva iespēju izskaidrot daudzas aprbrīnojamas parādības: likumsakarības linijspektros, spektrālo līniju sašķelšanos, atoma izmērus, kombināciju principu spektroskopijā.

No 1924. gada sāka veidoties kvantu mehānika, citiem vārdiem sakot, mikrodaļiņu — elektronu, pozitronu, protonu un citu tā saucamo «elementāro daļiņu» kustības mehānika. Ar Šrēdingeru, Heizenberga, Debroljī, Diraka pūlēm sāka veidoties šis jaunās mehānikas matemātiskais aparāts, kas uzskaitīja mikrodaļiņu viļņu, atomistiskās un korpuskulārās īpašības. Protams, lai varētu rasties kvantu mehānika, bija jāveic milzīgs eksperimentālu faktu uzkrāšanas darbs. Tos visus vajadzēja izprast, sintezēt. 1926. gadā Bors lūdza Šrēdingeru atbraukt uz Kopenhāģenu un nolasīt dažas lekcijas par viļņu mehāniku. Līdz ar Šrēdingeru ierašanos viņu starpā sākās strīdi par kvantu teorijas pamatjautājumiem. Šrēdingers aizstāvēja viļņu mehānikas idejas, bet Bors apgalvoja, ka tajā nekā neesot iespējams saprast bez kvantu lēcieniem. Reiz Šrēdingers, kuru Bora argumenti bija noveduši līdz izmisumam, iesaucās: «Ja mēs domājam saglabāt šos nolādētos kvantu lēcienus, tad es nožēloju, ka vispār esmu nodarbojies ar kvantu teoriju.» Bors viņam iebilda: «Toties citi ir pateicīgi Jums par to, Jūs taču tik daudz esat darījis, lai noskaidrotu kvantu teorijas būtību.»

Tātad jaunās mehānikas vienādojumi bija uzrakstīti, tomēr daudz kas vēl nebija skaidrs. Tā, piemēram, vajadzēja noskaidrot, ko nozīmē elektrona koordinātes. Elektrons taču uzrādīja ne tikai korpuskulārās, bet arī viļņu īpašības; tādā

gadījumā tam nav noteiktu koordināšu. Citiem vārdiem runājot, vajadzēja noskaidrot sakarību starp vienādojuma simboliem un reālo fizikālo pasauli.

Beidzot 1927. gadā Bors varēja sintezēt viļņu mehānikas un kvantu teorijas idejas. Rezultātā Bors un Heizenbergs kopīgiem spēkiem formulēja papildināmības principu, ar kuru zinātnieks pasvītroja, ka visas mikropasaules ipatnības un mikrodaļiņu izturešanos nevar izprast atrautībā no makropasaules, no aparāta, kurš mērī koordināti vai kādu citu daļiņas raksturlielni. Tādējādi šeit notiek pētījumu objekta — mikrodaļiņas un makroobjekta — aparāta mijiedarbība.

Šie Bora darbi izraisīja karstas diskusijas zinātnieku vidū par mūsdienu dabas zinātnes galvenajiem filozofijas jautājumiem.

1927. gadā notika V Solveja kongress, kurā Einšteins nopietni kritizēja Bora idejas. Kā Bors, tā arī Einšteins ļoti asprātīgi un dziļi aizstāvēja savu viedokli. Viņu polēmika izvērās diskusijā, kura ilga daudzus gadus un kuras gaitā relativitātes teorijas dibinātājs izvirzīja arvien jaunus un jaunus iebildumus. Bors ļoti mīlēja Einšteinu un pasvītroja, ka viņa kritika esot palīdzējusi dziļi un vispusīgi izprast kvantu mehāniku; Einšteina izvirzītie paradoksi palīdzējuši attīstīt teoriju. Abu izcilo zinātnieku darbiem bija izšķiroša nozīme ne tikai fizikā, bet arī mūsdienu zinātniskā pasaules uzskata veidošanā, jo kvantu teorija un relativitātes teorija atspoguļo zinātniskās izziņāšanas vispārīgās likumsakarības.

Sākot ar trīsdesmitajiem gadiem, dāņu fiziķa zinātniskās intereses bija pievērstas galvenokārt atomkodola problēmai. Šajā laikā jaunie eksperimentālie dati nonāca pretrunā ar teorētiku radīto ainu. Palīgā viņiem nāca Bors. Viņš bez jebkāda matemātiska aparāta palīdzības parādīja, kā jāsaprot neitronu un kodola mijiedarbības jautājums, un nāca klajā

ar kodola modeli, kas atgādināja šķidrums pilienu ar deformējamu virsmu. Pēc tam viņš radija urāna kodolu dalīšanās teoriju, kura bija par pamatu šīs parādības praktiskai izmantošanai. No šā brīža kodolfizika sāka attīstīties pilnīgi jaunā virzienā. Bors vienlaikus turpināja darbu, lai precizētu kvantu mehānikas fizikālo būtību.

Bors nekad neuzskatīja savas idejas un teorijas par pabeigtām un, kā viņš pats izteicās, nekad neļāva sev un saviem līdzstrādniekiem aizrauties ar «noteiktiem» un «galīgiem» formulējumiem. Viņš atbalstīja ikkatru jaunu saprātīgu ideju, lai cik neparasta ārēji tā arī būtu, saprazdams, ka vienmēr pēc jauna atklājuma seko cits atklājums, kas ir vēl tuvāks patiesībai. Stāsta, ka kādreiz Bors, uzstādamies diskusijā sakarā ar viņa skolnieka Heizenberga jauno teoriju, teicis: «Tā, protams, ir neprātīga teorija. Tomēr man tā liekas nepietiekami neprātīga, lai tā būtu pareiza, jauna teorija.»

Būdams ārkārtīgi sabiedriska cilvēks, Bors neizvairījās no diskusijām, gluži otrādi — tās viņam sagādāja milzīgu gandarījumu. Viņš nekad neapvainojās, ja viņa idejas tika bargi kritizētas. Padomju akadēmiķis Foks, kas vairākkārt bija polemizējis ar Boru, atzīmēja, ka Bors strīdos vienmēr bijis gatavs pārdomāt sava oponenta viedokli un pieņemt no tā visu, ko uzskatījis par pareizu.

Nils Bors bija iemantojis milzīgu autoritāti ne tikai kā zinātnieks, bet arī kā cilvēks, kas sniedzis nenovērtējamu palīdzību saviem daudzajiem kolēģiem. Kad Hitlers sagrāba varu, Vācijā izveidojās neciešami apstākļi daudziem izciliem zinātniekiem. Bora institūts, pēc Junga izteiciena, tai laikā bija «miera un savstarpējas iecietības salīna», uz kuras neilgu laiku vai pavisam atrada patvērumu zinātnieki, kas bija aizbēguši no trešā reiha.

Bors vienmēr uzskatīja, ka fašisms ir galvenais cilvēces ienaidnieks, un, kad hitleriešu karaspēks bija okupējis Dā-

niņu, viņa attieksme pret fašismu kļuva vēl nesamierināmāka. Atcerēdamies šo laiku, Bors kādreiz pastāstīja padomju fiziķiem, ka 1941. gada ziemā pie viņa speciāli atbraucis no Vācijas kāds bijušais kolēģis, lai pierunātu viņu mainīt savus uzskatus. Šis zinātnieks apgalvojis, ka fašisma uzvara neesot aiz kalniem un fiziķiem jānodrošinot sev vieta zem saules. Bors niknuma pilns noraidījis šādus priekšlikumus.

Drīz vien viņa uzturēšanās okupētajā Dānijā kļuva diezgan bistama. 1943. gadā dāņu Pretošanās kustība organizēja Bora un viņa dēla bēgšanu uz Zviedriju. No turienes viņus lidmašīnu bumbu nodalījumā aizveda uz Angliju. Ceļojums beidzās gandrīz vai traģiski. Bors nebija ieslēdzis skābekļaparātu, un no lidmašīnas viņu iznesa bezsamaņas stāvoklī. No Anglijas zinātnieks aizbrauca uz Savienotajām Valstīm. Tur viņš vairākus gadus, gribēdams kalpot humānam mērķim — veicināt fašisma likvidēšanu, sadarbojās ar fiziķu grupu, kas strādāja pie atombumbas radīšanas. Taču viņš labi saprata, kādas briesmas sevī slēpj atoma kodola atbrīvotā enerģija. Jau 1944. gadā sarunā ar Ruzveltu Bors izteicās par atomieroču aizliegšanu pēc kara.

1945. gada jūnijā, vēl pirms pirmās atombumbas izmēģināšanas, viņš no ASV pārcēlās uz Angliju. Vēlāk Bors rakstīja, ka no tā laika viņam «nav bijuši nekādi sakari ar jebkādiem slepeniem, militāriem vai rūpnieciskiem pētījumiem atomenerģijas jomā.»

Visa viņa turpmākā darbība bija veltīta cīņai par mieru un zinātnieku starptautiskās sadarbības attīstībai.

1950. gadā viņš griezās pie Apvienoto Nāciju Organizācijas ar vēstuli, kurā norādīja uz visu valstu zinātnieku pastāvīgas ciešas zinātniskas sadarbības nepieciešamību. Atgriezies dzimtajā Kopenhāgenā, Bors ziedoja visus spēkus šīs idejas piepildīšanai. Viņa institūts bija centrs, kur strādāja dažādu valstu fiziķi. Seit strādāja dāņi, francūži, ame-

rikāņi, zviedri, dienvidslāvi un japāņi. Boru bieži apciemoja arī padomju zinātnieki, kas vienmēr tika silti un draudzīgi uzņemti. Visus institūta darbiniekus vienoja kopējas intereses, bet galvenokārt viņus saistīja Bora personība. Kādreiz zinātniekam jautāja, ar ko izskaidrojami viņa panākumi pedagoģiskajā darbā. Viņš smaidot atbildēja: «Galvenais, manuprāt, ir tas, ka mēs attiecībās ar jaunatni nekad nebaidījāmies, ka mūs varētu uzskatīt par muļķiem, nekad un nevienam nedeīvām gatavas receptes. Es vienmēr esmu bijis pret to, ka izsaka kādus galīgus, kategoriskus spriedumus par jautājumiem, kuri vēl tiek apspriesti, es necentos viņiem visu pateikt priekšā, lai dotu iespēju viņiem pašiem nonākt pie jaunām atziņām...»

Bors nodzīvoja garu un laimīgu mūžu. Viņa idejas guva atzinību. Zinātnieks redzēja, kā top jaunā fizikas ēka, un bija to nedaudzo vidū, kas vadīja tās celtniecību. Kā teicis akadēmiķis P. Kapica, «visa kvantu fizika izgājusi caur viņa rokām». Bors nodarbojās ar zinātni «ar patiku, jautri, plaši un pa īstam». Savā dzimtenē Dānijā viņš bija iemantojis savu tautiešu sevišķu cieņu un mīlestību. Zinātnieks kļuva par Kopenhāgenas goda pilsoni. Arī savā ģimenes dzīvē viņš bija laimīgs. Tagad viņa darbu turpina dēls Oge Bors, teorētiskās fizikas katedras vadītājs Kopenhāgenā.

Izcilais 20. gadsimta fiziķis Nils Bors atstāja zinātnei milzīgu mantojumu. Tie bija ne tikai viņa paša uzrakstītie darbi. Daudzas Bora idejas ieraudzīja gaismu, pateicoties dažādu zemju fiziķu darbiem. Šai ziņā ar pilnām tiesībām varam runāt par Bora ļoti plašo skolu, par to, ka gandrīz ikviens no pašreizējiem lielajiem teorētiķiem lielākā vai mazākā mērā ir viņa skolnieks. Un šajā apstākļi visvairāk izpaužas Nila Bora — ģeniālā zinātnieka un lieliskā cilvēka dižums.

IZCILAIS ZINĀTNIEKS

Alberts Einšteins

(1879—1955)



1955. gada 18. aprīlī Amerikas pilsētā Prinstonā 76 gadu vecumā nomira izcilais zinātnieks fiziķis, ģeniālais domātājs Alberts Einšteins. Viņš nomira tālu no savas dzimtenes — Vācijas, kuru ļoti mīlēja un no kuras viņu padzina 1933. gadā pie varas nākušie fašisti. Padomju akadēmiķis V. Foks rakstīja: «Ne tikai mūsu acīs, bet arī nākamo paaudžu acīs Alberts Einšteins būs ģeniāla personība, kas stāv līdzās visu laiku gaišākajiem prātiem.»

Poļu akadēmiķis Leopolds Infelds, kas strādājis kopā ar slaveno fiziķi un pazinis viņu vairākus gadu desmitus ilgi, dēvē Einšteinu par «izcilāko mūsdienu zinātnieku, varbūt pat par visu laikmetu izcilāko zinātnieku».

Einšteins ieguva vispārēju atzinību, vēl dzīvs būdams.

Viņa vārdu pazīst ikviens izglītots cilvēks. Prinštonā, kur zinātnieks dzīvoja, viņu pazina visi pilsētas iedzīvotāji — gan pieaugušie, gan bērni. Kad fiziķis Scilards, reiz atbraucis uz Prinštonu, uzzināja, ka Einšteins uz laiku apmeties vasarnīcā kādā mazā pilsētiņā, viņš, ieradies šajā pilsētiņā, jautāja kādam septiņus gadus vecam zēnam, kurš viņam pirmais nāca pretī: «Vai tu zini, kur dzīvo Einšteins?» «Protams, zinu,» zēns atbildēja un parādīja ceļu. Kādreiz Einšteins nopirka biļeti uz kino un, pagājīs garām biļešu kontrolierim, dzirdēja, ka līdz seansa sākumam vēl ir 15 minūtes laika. Viņš nolēma mazliet pastaigāties un, iznācis no kinoteātra, jautāja kontrolierim, kurš viņam nedeva kontroles talonu: «Kā tad jūs mani pazīstiet?» Kontrolieris atbildēja: «Jā, profesors, es jūs katrā ziņā pazīšu. Kad skatījos filmu («Emila Zolā dzīve»), es domāju — ja pats neredzēšu, tad mani bērni droši vien kādreiz redzēs filmu «Alberta Einšteina dzīve.»»

Kāpēc Einšteins bija tik populārs? Viņa zinātniskie darbi ir ļoti grūti izprotami, un tie tiek studēti pat ne visās augstākajās mācību iestādēs. Tomēr tieši viņa ģeniālie darbi bija par pamatu tam, ka Einšteina vārds ieņēmis vienu no pirmajām vietām fizikas vēsturē. Pats Einšteins pēc sava domāšanas veida nebija zinātnes popularizētājs, lai gan kopā ar Infeldu uzrakstīta grāmata «Fizikas evolūcija» spilgti liecina par viņa spējām šajā jomā. Bet tie zinātnieki, kas atzina Einšteina idejas un kļuva par izcilā fiziķa sekotājiem, savās grāmatās, rakstos, lekcijās deva iespēju ikvienam izglītotam cilvēkam izprast ja ne pašus zinātnieka darbus, tad vismaz to dižumu, atklāja to ietekmi uz cilvēku materiālistiskā pasaules uzskata attīstību.

Fizikas attīstība ir pierādījusi, ka Einšteina darbiem ir arī milzīga praktiska nozīme. Tagad grūti iedomāties mūsdienīgu fizikas, tehnikas un astronomijas attīstību atrautībā no ģeniāla zinātnieka idejām.

Einšteins ir populārs vēl arī tāpēc, ka viņš, neraugoties uz to, ka bija iemantojis pasaules slavu, dzīvoja vienkārša cilvēka dzīvi. Viņš kādreiz sacīja: «Es pret visiem iztuos vienādi — kā pret atkritumu aizvācēju, tā pret universitātes rektoru.» Un tā bija patiesība. Infelds šādi raksturo Einšteinu: «Viss, ko darīja Einšteins, viss, ko viņš aizstāvēja, visas viņa izteiktās domas atbilda priekšstatam, kāds par viņu bija izveidojies pašiem vienkāršākajiem cilvēkiem. Viņa balss vienmēr aizstāvēja apspiestos, viņa paraksts vienmēr kalpoja progresam. Viņš bija it kā svētais ar diviem oreoliem. Viens oreols atspoguļoja taisnības un progresā idejas, otrs — abstraktas fizikas idejas; jo mazāk saprotamas bija šīs pēdējās, jo gaišāks likās pirmais oreols. Viņa vārds kļuvis par cilvēces un radošās domas progresā simbolu; viņu neieredzēja un nomelnoja tie, kas sēja naidu un uzbruka idejām, kuras viņš aizstāvēja.»

Visas Einšteina domas un darbi bija vērsti uz nākotni. Viņa zinātniskajos darbos izteikta nesatricināma pārliecība par to, ka cilvēki var izziņāt objektīvi pastāvošo pasauli un radoši izmantot dabas spēkus visas cilvēces labā. Viņa pasaules uzskatos dominēja mūžam nezūdoša ticība cilvēka saprātam un sirdsapziņai. Viņš pats bija vienkāršo ļaužu sirdsapziņas un domu iemiesojums. Ar savu plašo demokrātismu, drosmi un principialitāti cīnījās pret kapitālisma radīto ļaunumu Einšteins guva plašu popularitāti.

Tāds viņš uz visiem laikiem paliks vēsturē — smalkjūtīgs, atsaucīgs, varmācības, viltus, liekulības, militarisma un tumsonības nīdējs, kurš dziļi tic zinātnē un progresam, vienkāršā cilvēka patiesajam dvēseles cēlumam, ir drosmīgs savās zinātniskajās teorijās, aizstāv labo tā mūžsenajā cīņā pret ļaunumu.

Einšteins dzimis 1879. gadā Vācijas pilsētā Ulmā. Viņa vecāki drīz vien pārcēlās uz Minheni, kur Alberts pabeidza pamatskolu un mācījās ģimnāzijā, no kuras viņu izslēdza

priekšpēdējā mācību gada beigās par brīvdomību un ateismu. No 1893. gada Einšteins dzīvo Sveicē. Pēc septiņiem gadiem viņš pabeidz Cīrihes politehnikumu (tā saucās augstākā tehniskā mācību iestāde) un pēc tam divus gadus pasniedz privāttundās fizikā un matemātikā. Beidzot viņš dabū eksperta vietu patentu birojā. Šajā laikā viņš uzraksta vairākus darbus ar izcilu, paliekamu vērtību, un viņam piešķir doktora grādu. Pēc tam Einšteins strādā par profesoru Cīrihes universitātē, tad vada teorētiskās fizikas katedru vācu universitātē Prāgā un, atgriezies Cīrihē, strādā par profesoru Cīrihes politehnikumā. 1913. gadā viņu ievēlē par Prūsijas Zinātņu akadēmijas akadēmiķi, pēc gada viņš pārceļas uz Berlīni, kur strādā par Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta direktoru un Berlīnes universitātes profesoru. 1921. gadā zinātniekam piešķir Nobeļa prēmiju. Nākamajā gadā viņu ievēlē par PSRS Zinātņu akadēmijas korespondētājlocekli, bet vēl pēc četriem gadiem — par goda akadēmiķi. Kad Hitlers sagrāba varu, Einšteins aizbrauca uz ASV, kur līdz mūža galam strādāja Prinstonas fundamentālo pētījumu institūtā.

Einšteina dzīve ir raksturīga tāda zinātnieka dzīvei, kuru nevarēja nomākt ne vācu filistrība, ne amerikāņu kapitālistu izsmalcinātie glaimi, ne ideālistisko filozofu pārgudrības. Viņš gāja savu ceļu un, kaut gan viņam reizēm bija smagi un viņš jutās vientuļš, līdz pašai nāvei darīja savu darbu — principiāls un nelokāms, atsaucīgs pret citu bēdām.

Einšteins vienmēr palika uzticīgs sev. Viņš nekad nemēģināja izlikties citāds, lai ievērotu pieņemtās normas un likumus. Tā, piemēram, viņš lasa studentiem lekciju Cīrihes universitātē un jūt, ka aizmirsis dažus matemātiskus aprēķinus. Katrs pasniedzējs zina, kā var samulsināt šāds apstākļi. Taču Einšteins vienkārši pasaka, ka dažus matemātiskus pārveidojumus viņš izlaidīs, jo aizmirsis, kā tos iegūt.

Infelds stāsta: kad pēc 16 gadiem kopš pirmās tikšanās viņš aizbraucis pie Einšteina uz Prinstonu, lai kopā strādātu, zinātnieks sagaidījis viņu, ģērbies brūnā ādas jakā, virskrekļā bez apkaklītes, saņūrcītās biksēs. Einšteins nav uzdevis Infeldam nevienu jautājumu par to, kā viņš atbraucis, kur apmeties, bet uzreiz pajautājis, vai viņš prot vācu valodu, un sācis stāstīt, ko viņš dara, — it kā nemaz nebūtu pagājuši 16 gadi kopš viņu tikšanās. Tāds viņš bija vienmēr, jo neatzina liekas ceremonijas. Zinātnieks negribēja šķiest enerģiju sākumiem un vienmēr centās iztikt bez liekām mantām. Viņa laikabiedri to uzskatīja par protestu pret apkārtējās sabiedrības ārišķīgo manierību un švītību. Tā, piemēram, pašā savas slavas ziedu laikā, 1922. gadā, Einšteins brauca no Berlīnes uz Parīzi. Vācijas sūtnis uzstāja, lai zinātnieks apmetas pie viņa. Kad kalpotājs paņēma Einšteina zābakus, lai tos notīrītu, Einšteins staigāja pa pils greznajām zālēm zeķēs, jo viņam bija tikai viens pāris apavu. Vilcienos viņš nepretendēja uz vietu pirmajā klasē, pat ciemos pie Beļģijas karalienes pēc viņas ielūguma viņš atbrauca trešajā klasē un kājām atnāca no stacijas uz pili. Bet, noklausījies, kā karaliene spēlē vijoli, viņš nopietni ieteica viņai kļūt par vijolnieci.

Einšteins neviename neliedza palīdzību, ja vien varēja palīdzēt. Savā garajā mūžā zinātnieks uzrakstīja tūkstošiem rekomendāciju, deva padomus simtiem cilvēku. Kad 20. gadu beigās Davosas kalnu tuberkulozes sanatorijās (Šveicē) organizēja universitātes kursus jauniešiem, ko slimība bija atrāvusi no mācībām, Einšteins piedāvāja savus pakalpojumus un vairākas reizes brauca uz turieni lasīt lekcijas.

Einšteins bija ļoti principiāls cilvēks. Viņš neielaidās nekādos kompromisos. Kādreiz, kad Einšteins strādāja Prāgā, viņam sakarā ar Austrijas ķeizara dzimšanas dienu vajadzēja uzvilkt parādes formu — zaļu mundieri, trīsstūrainu

cepuri ar gaiļa spalvām un zobenu. Einšteins atteicās uz-
gērbt formu, ne bez ironijas piezīmēdams, ka uz ielas viņu
varot noturēt par Brazīlijas admirāli. Pat tad, kad viņu
ievēlēja par Prūsijas Zinātņu akadēmijas locekli, viņš pazi-
ņoja: «Berliniešu kungi spekulē ar mani kā ar premētu dē-
jējvistu, bet es nezinu, vai es vēl varu olas dēt.»

Visi, kas pazina Einšteinu, apbrīvoja viņa darba spējas.
Viņš varēja strādāt jebkurā vietā. Reiz Berlīnē viņš noru-
nāja tikšanos ar kādu studentu uz Šprē upes tilta. Stu-
dents bija aizkavējies. Lija smalks lietus. Zinātnieks stai-
gāja pa tiltu, nemanīdams ne lietu, ne vēju, un pārdomāja
kārtējo darbu. Ik pa laikam viņš izņēma bloknotu un kaut
ko pierakstīja. Šeit viņu satika kāds paziņa, kas bija atbrau-
cis no Šveices. «Un jums nav žēl laika?» paziņa jautāja.
«O, es ļoti lietderīgi pavadīju to,» Einšteins atbildēja. «Tieši
tagad man ienāca prātā kāda laba doma.»

Infelds, apmeklējams Einšteinu pēc viņa sievas bērēm,
ievēroja, ka zinātnieka seja ir kļuvusi it kā stinga, bet vaigi
iekrituši, ar slimīgi dzeltenīgu nokrāsu. Taču viņi abi tūlīt
pat ķērās pie aprēķiniem. «Nebija tāda spēka, kas būtu va-
rējis atraut viņu no darba, kamēr viņā kvēloja kaut viena
dzīvības dzirksts,» šai sakarībā teica Infelds.

Kaut kad domātāja darbam bija vajadzīga vientulība, to-
mēr Einšteins nebija kabineta zinātnieks. Viņš mīlēja dzīvi
un cilvēkus un neatteicās pieņemt nevienu, kas gribēja ar
viņu iepazīties. Zinātnieks centās atbildēt uz ikvienu no
daudzajām vēstulēm, ko viņš saņēma.

Einšteins bija aculiecinieks tam, kā kapitālisms pārauga
imperiālismā, piedzīvoja pirmo pasaules karu, sociālistisko
revolūciju Krievijā, fašisma kundzības periodu Vācijā, otro
pasaules karu. Dzīvodams šajā vētrainajā laikā, viņš, pro-
tams, nevarēja nedomāt par vēsturiskajiem notikumiem,
kas norisinājās viņa acu priekšā.

Zinātnieks nebija revolucionārs, sociālajās cīņās tieši nepiedalījās, bet visu mūžu atradās humānisma, demokrātijas un progresa pozīcijās, vienmēr aizstāvēja vienkāršo cilvēku, darbaļaužu intereses, kaut arī nebija viņu ideoloģijas pautājs.

Einšteins labi izprata kapitālistiskās ražošanas un sadales mehānismu, kas radīja nežēlīgu konkurenci un izraisīja pasaules karus. Kad viņam palūdza, lai uzraksta nelielu zīmīti «laika bumbai», kuru amerikāņi ieraka zemē līdz 6939. gadam, un izsaka tajā savu novēlējumu nākamajām paaudzēm, zinātnieks uzrakstīja: «Mūsu laikmets ir bagāts ar radošām domām, un mūsu atklājumi varētu ievērojami atvieglot mūsu dzīvi. Ar elektriskās enerģijas palīdzību mēs šķērsojam okeānus. Mēs izmantojam elektrību, lai atbrīvotu cilvēci no nogurdinošā fiziskā darba. Mēs esam iemācījušies lidot un protam ar elektrisko viļņu palīdzību viegli pārraidīt ziņojumus pa visu planētu.

Taču, neraugoties uz visu to, ražošana un preču sadale mums ir pilnīgi neorganizēta, un cilvēki ir spiesti dzīvot bailēs, ka tos izsviedīs no ekonomiskā cikla un tie zaudēs visu. Turklāt cilvēki, kas dzīvo dažādās valstīs, pēc nevienmēriem laika sprīžiem nogalina cits citu, un tāpēc ikvienam, kas domā par nākotni, ir jādzīvo pastāvīgās šausmās.

Es ticu, ka mūsu pēcteči izlasīs šīs rindiņas ar pamatota pārākuma jūtām.»

Sajā zīmītē izpaudās visa Einšteina būtība: viņa godīgums, objektīvais kapitālisma novērtējums, zinātnieka ticība cilvēces progresīvajai attīstībai.

Einšteins pats savā dzīvē pārlicinājās par to, ka kapitālisms nevar eksistēt bez rasu naida, bez cilvēka cieņas pazemošanas. «Amerikas dzīvē ir tumšs traips,» viņš rakstīja. «Es runāju par tumšādaino cilvēku pašcieņas noniecināšanu... Jo ilgāk es dzīvoju Amerikā, jo sāpīgāk es izjūtu šo stāvokli...»

Pēc atombumbas izmēģināšanas Bikini salā ASV atomkomisijas priekšsēdētājs Strauss ieradās kādā salā, kuras iedzīvotāji tika pakļauti radioaktīvajai apstarošanai. Viņš neatrada nekā labāku, kā uzdāvināt nāvei nolemtajiem cilvēkiem desmit cūku. Par to bija ziņots kādā laikrakstā. Einšteinu palūdza komentēt šo ziņojumu. «Pajautājiet to vienpadsmitajai cūkai,» zinātnieks atbildēja, šajā lakoniskajā atbildē parādīdams savu attieksmi gan pret atombumbu, gan pret visu Strausa darbību. Kad Amerikas Savienotajās Valstīs tika vākti līdzekļi Spānijas republikāņiem, zinātnieks atdeva palīdzības fondam savu relativitātes teorijas manuskriptu, kuram kongress bija noteicis cenu — sešus miljonus dolāru.

Einšteins rakstiski atteicās piedalīties Nāciju līgas darbā, kad bija pārliecinājies, ka tā «diskreditē starptautiskās sadarbības ideālu», un sarkastiski ieteica uz šīs iestādes pils frontona Ženēvā uzrakstīt: «Loku ceļus stipro priekšā un padaru rāmus vājos, un tas viss notiek bez asins izliešanas». Spēcīgiem vārdiem Einšteins kritizēja pacifistu neaktīvo, dīvkosīgo cīņu par mieru: «Pacifisms, kas līdinās pa mākoņiem, — tās ir blēņas. Vajag praktiski strādāt miera lietas labā, vajag cīnīties par mieru, nevis vienkārši plāpāt par mieru. Vajadzīgi darbi.» Šie vārdi teikti 1922. gadā, bet tie skan apbrīnojami aktuāli arī mūsu dienās, kad cīņā par mieru iesaistās visas pasaules darbaļaudis.

Einšteins aktīvi uzstājās pret karu. Viņa paraksts ir trešais pēc kārtas manifestā, ko pieņēma Vācijā pret pirmo pasaules karu. Jau 1915. gadā viņš sacīja, ka «Vācijas sakāve ir absolūti nepieciešama, ja zinātne un māksla grib brīvi attīstīties». 1932. gadā zinātnieks apsveic Amsterdamas pretkara kongresu, kuru II Internacionāles priekšsēdētājs sociāldemokrāts Adlers raksturoja kā «komunistu manevru». Šis apsveikums bija ļoti drosmīgs solis miera aizstāvēšanā apstākļos, kad hitlerieši lauzās pie varas.

Einšteins dedzīgi ienīda fašismu. 1933. gadā uz beļģu avi-
zes jautājumu, kas jādara jaunatnei, ja viņu zemē parādī-
sies vācu fašisti, slavenais zinātnieks atbildēja: «Jācinās ar
ieročiem rokās līdz pēdējai asins lāsei.» Šos vārdus hitle-
rieši paturēja prātā, un 1933.—1934. gadā lielā fiziķa dzim-
tenē varēja redzēt paziņojumus, kuros par Einšteina galvu
solīja 50 tūkstošus marķus. Taču zinātnieks jau bija aiz okeāna.
Viņš smējās: «Es nemaz nevarēju iedomāties, ka mana
galva tik dārgi maksā.»

Kad Amerikas Savienotajās Valstīs sāka vajāt progresī-
vos darbiniekus un izsaukt tos uz pretamerikāniskās darbības izmeklēšanas komiteju, Einšteins dedzīgi protestēja
pret reakcionāru nekaunīgajām akcijām. Viņš rakstīja, ka
garīgā darba strādnieku nepretošanās inkvizīcijai ir kauna
lieta; ja ASV inteliģence pakļausies Makarena likumam, tad
tā neko labāku nav pelnījusi kā tikai verdzību. Visa Ame-
rika atkārtoja vārdus, ko teicis Einšteins pēc tam, kad viņš
bija noklausījies kāda raķešu tehnikas entuziasta fantas-
tisko runu, kurš, balstīdāmieš uz relativitātes teoriju, šīs
teorijas radītāja klātbūtnē risināja domu par tādas raķetes
uzbūvēšanu, kas kustētos gandrīz vai ar gaismas ātrumu.
Noklausījies viņa runu, Einšteins sacīja: «Jūsu stāstījums
bija patiesi iedvesmojošs. No tā galva griežas apkārt. Taču
es gribētu šajā drosmīgo hipotēžu un projektu virknē ienest
vienu būtisku papildinājumu. Būtu lieliski, ja varētu iesēdi-
nāt jūsu ļoti tālu lidojumu raķetē pretamerikāniskās darbības
izmeklēšanas komiteju *in corpore* (pilnā sastāvā) un
nosūtīt to uz Andromedas miglāju. Taču ar obligātu notei-
kumu, ka biļete būs nopirkta tikai «turp», bet nekādā gadī-
jumā «atpakaļ».»

Būtu lieki apgalvot, ka Amerikas reakcionārās aprindas
tāpat neieredzēja Einšteinu kā Vācijas fašisti un ka tikai
pasaules slava paglāba viņu no vajāšanas Amerikas Savie-
notajās Valstīs.

Einšteins ļoti labi saprata, ka kapitalisms netiks galā ar paša radīto ekonomisko un politisko haosu un tā attīstība neizbēgami izraisīs karus, radīs fašismu un sociālas katastrofas. Viņš silti uzņēma ziņu par pasaulē pirmās sociālistiskās valsts nodibināšanu un 1921. gadā nosūtīja apsveikumu V. I. Leņīnam. Slavenais zinātnieks ne vienreiz vien ieteicās par nepieciešamību organizēt palīdzību Padomju Krievijai, jo sociālajam eksperimentam, ko tā veic, ir izšķiroša nozīme visas pasaules attīstībā. 1931. gadā Einšteins uzrakstīja rakstu «Kāpēc vajadzīgs sociālisms?». Tajā viņš rakstīja: «Kapitālistiskās iekārtas ekonomiskā anarhija, manuprāt, ir ļaunuma īstā sakne. Esmu pārliecināts, ka ir tikai viens ceļš, kā cīnīties ar šo lielo ļaunumu, — ieviest sociālistisko ekonomiku kopā ar izglītības sistēmu, kas kalpotu sabiedrības labklājībai.»

Einšteinam bija lieli nopelni atoma enerģijas izmantošanas jomā. Viņš pārliecināja ASV prezidentu Ruzveltu, ka nepieciešams asīgnēt līdzekļus atombumbas radīšanai, jo baidījās, ka to pirmie varētu radīt trešajā reihā. «Ja es būtu zinājis, ka Vācijā neizgudros atombumbu, es nebūtu ne pirkstu pakustinājis, lai to radītu,» viņš sacīja. Un, kad atombumbu sprādzieni peklē bija nodegusi Hirosima un Nagasaki, zinātnieks visus savus spēkus ziedoja cīņai par atomieroču aizliegšanu.

Einšteina pirmais zinātniskais darbs tika publicēts 1905. gadā. Tas veltīts atomu eksistences pierādīšanai. Tajā laikā vielas uzbūves atomistiskā teorija vēl nebija vispāratzīta. Savā pirmajā darbā un arī turpmākajos trīs darbos zinātnieks spīdoši aizstāvēja atomistisko teoriju no tās pretinieku uzbrukumiem. Sevišķi liela nozīme bija Einšteina ceturtajam darbam, kas arī tika iespiests 1905. gadā. Tas veltīts Brauna kustībai. Tajā zinātnieks pierādīja, ka šķīdumā suspendētu daļiņu Brauna kustības cēlonis ir grūdieni un triecieni, ko šīs daļiņas saņem no šķīduma molekulām, kas

atrodas haotiskā kustībā. Sajā darbā ar precīzu matemātisku aprēķinu palīdzību viņš pierāda: ja šķidrumā novieto lielāka izmēra ķermeni, šķidruma molekula triecienu rezultātā tas iegūst šķidruma temperatūru. Turpretī ķermeni, kuru izmēri ir samērojami ar molekulu izmēriem, izdarīs Brauna kustību. Arī pašlaik tas ir viens no spilgtākiem fizikāliem pierādījumiem, kas apstiprina atomu realitāti un to haotisko kustību, kas ir siltuma parādību pamats.

1905. gadā Einšteins nāca klajā ar rakstu, kurā izvirzīja teoriju par fotoniem — daļiņām, no kurām sastāv gaisma. Tajā viņš pierādīja, ka gaismai piemīt ne tikai viļņu īpašības, bet arī korpuskulārās īpašības — daļiņu īpašības. Dažas gaismas parādības var izskaidrot tikai tad, ja pieņem, ka gaisma sastāv no daļiņām — fotoniem. Par šo darbu Einšteinam piešķīra Nobela prēmiju. Šo ideju attīstīja deva iespēju izskaidrot dažas mikrodaļiņu (elektronu, pozitronu u. c.) īpašības. Izrādījās, ka arī mikrodaļiņām ir divejāda daba, tas ir, būdamas daļiņas, tās uzrāda arī viļņu īpašības. Sāka veidoties jauna — viļņu jeb kvantu mehānika, kas tagad ir vienīgā zinātniskā teorija, kas atspoguļo mikropasaulē notiekošos procesus.

Pietika tikai ar vienu vien darbu par fotoniem, lai Einšteina vārds uz mūžīgiem laikiem ietu fizikā. Taču tai pašā 1905. gadā iznāca viņa darbs, kurā izklāstīti relativitātes teorijas pamati. Ar šo darbu viņš kļuva slavens visā pasaulē.

* * *

35 sava mūža gadus Einšteins veltījis tā saucamās relativitātes teorijas radīšanai un izstrādāšanai. Var teikt, ka šai teorijai viņš veltījis visu savu dzīvi. Šī teorija bija tik oriģināla, ka savā pirmajā darbā Einšteins gandrīz nemaz nedeva bibliogrāfiju — viņam nebija uz ko atsaukties, jo viņš apstrādāja neskartu zemi. Par šīs teorijas nozīmi var

spriest kaut vai pēc tā, ka, balstoties uz šo teoriju, zinātnieks jau 1906. gadā izteica paredzējumu, ka atomā slēpjas kolosāli enerģijas krājumi. Neizmērojami liela ir relativitātes teorijas nozīme apkārtējās pasaules — telpas, laika un matērijas dziļai izpratnei, tas ir, patiesi zinātniska pasaules uzskata izveidošanai.

Fizikas pamatā līdz Einšteinam bija Ņūtona mehānika, kas izvirza šādas tēzes.

Ārpus cilvēka objektīvi eksistē nemainīga absolūta telpa. Laika gaitā telpā notiek materiālu ķermeņu pārvietošanās.

Neatkarīgi no materiālu ķermeņu stāvokļa eksistē laiks. Tas rit monotoni un vienmērīgi, tā gaitas ātrumu var izmērīt ar pulksteni.

Matērija kustas tāpēc, ka uz doto ķermeni iedarbojas spēki, kas nāk no citiem ķermeņiem. Izņēmums ir vienmērīga taisnvirziena kustība inerces dēļ, kura noris mūžīgi un kuras pastāvēšanai nevajag pielikt ķermenim nekādus spēkus. Kā kustēsies ķermenis, ja uz to iedarbojas spēks, var noteikt, izejot no trim Ņūtona likumiem.

Lai uzzinātu, vai ķermenis kustas vienmērīgi un taisnā virzienā, jāizmērī tā attālināšanās no kāda cita ķermeņa, ko mēs uzskatām par nekustīgu. Kādu punktu pasaules telpā jāuzskata par nekustīgu, lai attiecībā pret to aprakstītu visas kustības? Gribot negribot vajadzēja ieviest pasaules ētera jēdzienu. Tika uzskatīts, ka visu pasaules telpu aizņem materiālā vide — ēters. Tam vajadzēja būt mūžīgi nemainīgam un nekustīgam, un katrs tā punkts var noderēt par sākumu koordinātēm, attiecībā pret kurām var aprakstīt kustību. Visas kustības, kas bija attiecinātas pret pasaules ēteru, sāka saukt par absolūtajām kustībām, bet tās kustības, kas attiecinātas pret citu ķermeni, — par relatīvām kustībām. Lai noteiktu kustības veidu, to vajadzēja aplūkot attiecībā pret ēteru: ja kustība izrādījās vienmērīga taisnvirziena kustība, tad uzskatīja, ka tā notiek inerces dēļ.

Turpmākie pētījumi šajā jautājumā parādīja, ka kustība, kas ir inerciāla attiecībā pret ēteru, ir inerciāla arī attiecībā pret visām tām citām koordinātēm, kas pašas kustas attiecībā pret ēteru vienmērīgi un taisnā virzienā. Šīs sistēmas ir ekvivalentas attiecībā uz jebkura ķermeņa kustības aprakstu — aprakstot kustību tajās, iegūsim vienu un to pašu vienādojumu tipu. Šī tēze tika formulēta mehānikā šādi: vienādojumi Ņūtona mehānikā ir invarianti (nemainīgi) visās inerciālajās koordinātu sistēmās. Citiem vārdiem sakot, visas mehāniskās parādības noris vienādi kā nekustīgās koordinātu sistēmās, tā arī tādās, kas izdara vienmērīgu taisnvirziena kustību attiecībā pret ēteru.

Faradejs un Maksvels izstrādāja elektromagnētiskā lauka teoriju, un izrādījās, ka vienādojumus, kas raksturo šo lauku, nevar izrisināt, pamatojoties uz Ņūtona mehāniku. Maksvela teorija pierādīja, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi. Bet kas svārstās šajā vilni? Vajadzēja ieviest jēdzienu par jaunu pasaules vidi — elektromagnētisko ēteru. Tā svārstības tad arī ir gaismas viļņi. Tādējādi izrādījās, ka pasaules telpu aizpilda divas materiālās vides — mehāniskais un elektromagnētiskais ēters. Drīz vien izveidojās uzskats, ka divu ēteru vietā var atstāt tikai vienu, piedēvējot tam gan mehāniskās nekustīguma īpašības kopumā, gan elektromagnētisko gaismas viļņu rašanos tajā.

Šis ēters bija fiziku klupšanas akmens. Patiešām, gaismas viļņi ir šķērsviļņi, bet šādi viļņi var izplatīties tikai cietā vidē. Tātad ēteram jābūt absolūti elastīgam. Taču tādā gadījumā nav skaidrs, kā tajā kustas, nesastapdami pretesību, kosmiskie ķermeņi.

Taču ne jau šis jautājums sagādāja vislielākās grūtības. No gaismas izplatīšanās likumiem izrietēja, ka, mērijot gaismas izplatīšanās ātrumu virzienā, kādā Zeme kustas pa orbītu, un šai kustībai pretējā virzienā, varēja noteikt, vai ēters atrodas miera stāvoklī vai kustas kopā ar Zemi. Ja

ēters ir nekustīgs, tad gaismas ātrumam, kas izmērīts, gaismai kustoties Zemes kustības virzienā, jāatšķiras no gaismas ātruma, kas izmērīts, gaismai kustoties pretējā virzienā. Ātrumu mērījumi, ko 1881. gadā izdārija amerikāņu fiziķis Maikelsons, parādīja, ka abos virzienos gaismas ātrums ir vienāds. Daži zinātnieki mēģināja izskaidrot eksperimenta rezultātu ar to, ka Zeme it kā aizraujot sev līdz ēteru un tas kustoties tai pakal pasaules telpā. Visi mēģinājumi izskaidrot eksperimenta rezultātu bija neveiksmīgi.

Einšteins šīs, liekas, nepārvaramās grūtības pārvarēja ģeniāli vienkārši. Galvenais, pēc viņa domām, ir nevis tas, ka fiziķi nevar atrast pareizu izskaidrojumu Maikelsona eksperimentam, bet gan tas, ka vecie priekšstati par telpu un laiku nepavisam neatbilst īstenībai.

Einšteina radītās speciālās relativitātes teorijas pamatā ir divi no šā eksperimenta izrietoši postulāti.

1. Nav paņēmiena, ar kura palīdzību varētu konstatēt, vai ķermenis atrodas miera stāvoklī vai vienmērīgā taisnvirziena kustībā attiecībā pret nekustīgo ēteru. Citiem vārdiem sakot, ne tikai mehāniskās, bet vispār visas dabas parādības inerciālās sistēmās norisinās pilnīgi vienādi.

2. Neatkarīgi no gaismas avota kustības gaisma vienmēr izplatās vakuumā ar vienu un to pašu pastāvīgu ātrumu (300 000 km/s).

Pamatojoties uz šiem postulātiem, Einšteins būtiski izmainīja masas, enerģijas un impulsa definīcijas, kā arī priekšstatus par telpu un laiku.

Kāda nozīme zinātnē bija speciālajai relativitātes teorijai?

Šīs teorijas secinājumi ir šādi:

1. Dabā nevar būt ātruma, kas lielāks par gaismas izplatīšanās ātrumu vakuumā (300 000 km/s).

2. Ātrumu saskaitīšanas likumam ir tāda matemātiska iz-

teiksme, kas ne pie kādiem ātrumiem nevar dot summāru ātrumu, kas būtu lielāks par gaismas ātrumu vakuumā.

3. Telpa un laiks nav absolūti jēdzieni. Tā, piemēram, viena un tā paša ķermeņa garums būs atkarīgs no tā, kādā sistēmā tas tiek mērīts. Garums mainās atkarībā no objekta un novērotāja relatīvā ātruma. To pašu var attiecināt arī uz laika intervāliem. Kāda procesa ilgums būs atkarīgs no tā, vai pulkstenis, ar kuru to mērī, atrodas miera stāvoklī attiecībā pret sistēmu, kurā process notiek, vai kustībā. Vienlaicības jēdzienam nav absolūtas jēgas. Divi notikumi, kas ir vienlaicīgi vienā ātskaites sistēmā, var būt nevienlaicīgi citā sistēmā.

4. Ķermeņa masa pieaug, pieaugot tā kustības ātrumam. Teorija deva matemātisku izteiksmi šai atkarībai no kustības esoša ķermeņa ātruma.

5. Ikvienam ķermenim ir milzīgi iekšējās enerģijas krājumi. Vienā masas gramā slēpjas 25 miljoni kilovatstundu liela enerģija. Šis likums guva savu izpausmi pasaulslavenajā formulā $E=mc^2$, kur E ir enerģija, m — ķermeņa masa, bet c — gaismas ātrums.

Speciālā relativitātes teorija izskaidroja Maikelsona eksperimenta rezultātu, pierādīja mehāniskā un gaismas nesēja ētera nevajadzīgumu, norādīja pienācīgo vietu Ņūtona mehānikai, kura piemērojama samērā lēnām kustībām, kad ātrums ir ievērojami mazāks par gaismas ātrumu. Speciālā relativitātes teorija ne tikai ļoti labi saskan ar eksperimentu, bet to arī ļoti plaši izmanto praksē. Tā faktiski kļuva par atoma ēras sākumu. Tieši tāpēc par visas atomfizikas panākumiem jāpateicas Einšteinam.

Vispārīgā relativitātes teorija, kuras vienu daļu Einšteins bija izstrādājis 1911. gadā, ir mūsdienu relativistiskā gravitācijas teorija.

Šis jautājums bija ļoti sarežģīts, un, lai atrastu atbildi uz to, Einšteinam bija vajadzīgi 20 gadi. Sajā laikā viņam

izdevās izstrādāt teorijas pamatus, taču arī tagad tā vēl nebūt nav pabeigta. Tās slēdzieniem ir milzīga nozīme kosmoloģijā. Šīs teorijas tēzes, ko var pārbaudīt attiecībā uz kosmiskiem objektiem, apstiprina, ka tā saskan ar īstenību.

... Pirmajā speciālās relativitātes teorijas manuskriptā ir tikai 30 lappušu. Taču tajā izvirzīto ideju ietekmē ir radies tik plašs zinātniskās literatūras klāsts, ka varētu izveidot milzīgu bibliotēku. Šīs idejas pilnīgi izmainīja fizikas pamatprincipus, un tāpēc visa mūsdienu fizika savā attīstībā pamatojas uz relativitātes teoriju, kuras autors ir izcilais zinātnieks Alberts Einšteins.

**DZIMIS,
LAI KĻŪTU PAR FIZIĶI**

Enriko Fermī
(1901—1954)



1934. gada oktobra rītā neliela itāliešu jauno fiziķu grupa, kuru vadīja 33 gadus vecais profesors Enriko Fermī, mazā Romas universitātes laboratorijā veica savu ikdienas darbu — bombardēja ar neitroniem dažādus metālus. Bombardēšanas rezultātā mākslīgi veidojās dažādi radioaktīvi elementi. Pētāmos paraugus gatavoja dobu cilindrišu veidā, kuru iekšpusē ievietoja neitronu avotu. Lai aizsargātos no radioaktīvā apstarojuma, visu to ielika svina kastē.

Tajā rītā pētīja sudraba radioaktivitāti. Pēkšņi viens no eksperimentētājiem ievēroja, ka ar paraugu notika kaut kas divains: tā radioaktivitāte mainījās atkarībā no parauga novietojuma kastē. Eksperimentētāji tūlīt devās pie profesora jeb «pāvesta», kā jokojot dēvēja viņu, jo uzskatīja, ka profe-

sors fizikā ir tikpat nekļūdīgs kā Romas pāvests ticības jau-
tājumos. Fermī ierosināja eksperimentu atkārtot. Un klāt-
esošo acu priekšā sāka risināties brīnumainas lietas. Izrā-
dījās, ka priekšmeti, kas atradās blakus cilindram, arī ietek-
mēja tā radioaktivitāti. Zinātnieki bija satraukti, viņi pār-
trauca savu kārtējo darbu un sāka piedalīties mēģinājumos.
Starp neitronu avotu un sudraba cilindriti novietoja dažā-
das vielas — smagas un vieglas. Pienāca parafīna kārtā.
Un te notika kaut kas pārsteidzošs: kad sudraba cilindriti
apstaroja ar neitroniem, kas bija gājuši caur parafīnu, bet
pēc tam tuvināja Geigera skaitītājam, tas sāka neprātīgi
sprakšķēt. Parafīns vairākkārt bija palielinājis sudraba
mākslīgo radioaktivitāti. Sasprindzinājums sasniedza kul-
mināciju. Taču parādības būtību neviens neizprata. Pēkšņi
Fermī mierīgi paziņoja: «Iesim brokastot». Un, lūk, brokastu
laikā jaunais profesors atrada parafīna dīvainās ietekmes
izskaidrojumu. Tā būtība bija šāda: parafīnā, kas satur lielu
ūdeņraža daudzumu, neitrons ievērojami samazina savu āt-
rumu, un tādējādi sudraba atomam ir lielāka varbūtība no-
tvert šādu neitronu, nekā tādu neitronu, kas lido ar ļoti lielu
ātrumu. Pēc brokastīm Fermī rezumēja teikto: «Cik muļķīgi,
ka mēs neparedzējām to jau agrāk.» Viņš ierosināja pār-
baudīt, kā liela ūdens masa ietekmē sudraba radioaktivitāti.

Pēcpusdienā fiziķu grupa sapulcējās pie strūklakas ar
zelta zivtiņām, kas atradās fizikas ēkas dārzā, un turpināja
eksperimentu. Paredzējums apstiprinājās. Arī ūdens vairāk-
kārt palielināja sudraba radioaktivitāti.

Vakarā visi ieradās pie Amaldi, viena no fiziķiem, lai uz-
rakstītu ziņojumu par atklāto parādību. Fermī diktēja,
Amaldi pierakstīja. Fiziķi bija jauni un ļoti ekspansīvi, strī-
dējās līdz aizsmakumam un trokšņoja tā, ka Amaldi
mājkāpotēja nolēma — kompānija ieskurbusi.

Tā tika atklāts «Fermī efekts» jeb neitronu palēnināšanās
parādība.

Gadu vēlāk Enriko Fermī formulēja jaunās fizikas nozares pamatus, kas skāra neitronu izturēšanos dažādās vidēs. Tai bija ne tikai liela zinātniska, bet arī praktiska nozīme.

* * *

1901. gadā Alberto un Idas Fermī ģimenē piedzima trešais bērns Enriko. Viņam bija vārģa veselība, un līdz divarpus gadu vecumam bērns dzīvoja laukos pie zīdītājas. Fermī tēvs bija dzelzceļu pārvaldes ierēdnis, bet māte pirms laulībām bija strādājusi par pamatskolas skolotāju. Bērnībā Enriko vienīgais draugs bija viņa vecākais brālis Džulio. Lai gan zēniem bija dažādi raksturi, viņi lieliski viens otru papildināja. 1915. gadā Fermī ģimeni piemeklēja nelaime: pēkšņi nomira Džulio. Enriko smagi pārdzīvoja brāļa nāvi. Visu savu brīvo laiku viņš veltīja mācībām.

Sevišķi aizrautīgi Enriko lasīja fizikas un matemātikas grāmatas. Šīs zinātnes viņš apguva patstāvīgi. Kopā ar savu draugu Enriko Persiko, kas vēlāk kļuva par matemātikas profesoru, viņš pārcilāja vecas grāmatas tirģū, kur dažreiz tikpat kā par velti varēja iegādāties kaut ko interesantu. Fizikas un matemātikas traktāti sajūsmināja Enriko. Vēlāk zēni sāka aizrauties ar eksperimentēšanu. Ar vienkāršu ierīču palīdzību draugi sāka izzināt dabas parādības. Tā pilnīgi patstāvīgi Fermī izstrādāja vilciņa, vibrējošās stīģas un varavīksnes teoriju.

Vakaros zēns bieži gāja pretī tēvam, kas atgriezās no darba. Parasti kopā ar Alberto Fermī nāca viņa darba biedrs inģenieris Amideji. Uzzinājis, ka inģenieris nodarboģas ar fiziku un matemātiku, Enriko uzstādīja viņam neskaitāmus jautājumus. Amideji ievēroģa zēna neparasto apģavinātību un sāka dot viņam grāmatas. Pirmā grāmata, ko zēns saņēma no Amideji, bija projektīvās ģeometrijas kurss. Enriko apģuva to divos mēnešos, pierāģdot patstāvīgi visas teorēmas un atrisinot vairāk nekā divsimt uzdevumu, kas

bija sakopoti mācību grāmatā. Pats inženieris dažus no šiem uzdevumiem nevarēja atrisināt. Viņš bija pārsteigts, ka zēns bez jebkādam grūtībām veiksmīgi ticis galā ar tiem. Tā 37 gadus vecais inženieris kļuva par trispadsmitgadīgā zēna draugu un skolotāju.

Fermī bija ne tikai izcilas spējas, bet arī pārsteidzoša atmiņa. Reiz, kad viņš atdeva Amideji grāmatu par diferenciālrēķiniem, inženieris ieteica to vēl paturēt un pamatīgi izstudēt, lai vēlāk pie tās vairs nebūtu jāatgriežas. Enriko atbildēja: «Pateicos, tas nav vajadzīgs, jo esmu pārliecināts, ka atceros visu nepieciešamo. Pēc dažiem gadiem idejas man atausis ar vēl lielāku skaidrību, un, ja man būs nepieciešama formula, es to viegli varēšu izrisināt.» Viņam grāmata bija jāizlasa tikai vienreiz, lai tās saturu pilnīgi iegaumētu.

Fermī bija dzimis fiziķis, tomēr Amideji nenoliedzami ietekmēja viņu, ne tikai virzot, bet arī apmierinot jauneklā — nākamā zinātnieka intereses. Amideji ieteica jauneklīm pēc skolas beigšanas nepalikāt Romā, bet iestāties Pizas universitātes Augstākajā normālajā reālskolā (vienīgā bezmaksas mācību iestāde Itālijā), kur mācījās sevišķi apdāvināti bērni. Šo skolu nodibināja Napoleons (tāpat kā Augstāko normālskolu Parīzē), un tā bija domāta zinātnieku kadru audzināšanai. Studentus nodrošināja ar kopgaldu un kopmīti, viņiem lasīja dažus īpašus kursus. Pārējos kursus viņi klausījās universitātē.

Tai laikā, kad Fermī stājās augstskolā, viņš lieliski zināja fiziku un matemātiku. Atceroties šo savas dzīves posmu, viņš sacīja: «Kad es iestājos universitātē, klasisko fiziku un relativitātes teoriju es zināju tikpat labi kā tagad». Vēl vairāk, veselu virkni fizikas nodaļu Fermī zināja labāk par saviem pasniedzējiem.

Piza vēl glabāja atmiņā lielo Galileju, taču universitātes profesori nevarēja lepoties ar erudīciju. Tā, piemēram,

daudzi no viņiem nezināja kvantu fiziku un relativitātes teoriju. Kādam pasniedzējam pēc viņa lūguma Fermī nolasīja kaut ko līdzīgu relativitātes teorijas kursam. Studiju gados jauneklis uzrakstīja dažus darbus par klasisko un statistisko mehāniku, kā arī par relativitātes teoriju.

Dzīves apstākļi kopmītnē bija slikti: ēdienu kartē gandrīz vienmēr bija žāvēta menca; telpas ziemā bija ļoti aukstas, un studenti sildījās ar «skaldino» — māla podu, kas piepildīts ar karstām oglēm. Vasarā mocīja moskīti. Tā kā mājās Fermī nebija lutināts, viņš ātri pierada pie šādas dzīves. Vēl vairāk, kustīgais, aizrautīgais Ēnriko aktīvi piedalījās visās studentu draiskulībās.

1922. gadā Fermī pabeidza universitāti. Viņa diplomdarbs par rentgenstariem bija nopietns pētījums.

Itālijā šai laikā fizika bija pilnīgā panīkuma stāvoklī. Valstī faktiski nebija nevienas laboratorijas, pētījumi nenotika, un jaunais zinātnieks nezināja, kur pielikt savus spēkus. Palikt Romā nebija nekādas nozīmes. Viņš aizbrauca uz Getingenu, kur kādu laiku strādāja Makša Borna vadībā. Toreiz tur dzīvoja jaunie fiziķi teorētiķi Heizenbergs un Pauli. Fermī viņi likās ļoti zinoši cilvēki, daudz eruditāki par viņu pašu.

Paļāvības saviem spēkiem viņam nebija. To viņš ieguva Holandē, pateicoties brīnišķīgam zinātniekam un iejūtīgam cilvēkam Ērenfestam, kurš pārliecināja jaunekli, ka viņš ir talantīgs un ka viņam piemīt visas īsta fiziķa īpašības. Pēc tam Fermī kādu laiku strādāja par pasniedzēju Florencē un vienlaikus atrisināja dažus svarīgus statistiskās fizikas jautājumus, būtībā izveidojot tādu daļiņu kustību aprēķināšanas metodi, kuras pakļaujas tā sauktajam Pauli principam. Šī metode vēlāk tika nosaukta par Fermī-Diraka statistiku, un to pielietoja metālu siltumvadītspējas un elektrovadītspējas izskaidrošanā, kā arī virknē citu gadījumu. Ar šiem pētījumiem Fermī kļuva pazīstams fiziķu aprindās. 1928.

gadā divdesmit septiņus gadus vecais zinātnieks kļuva par Romas universitātes teorētiskās fizikas profesoru.

Līdz ar Fermī ierašanos Romā no gadsimtu miega sāka mosties itāliešu fizika. Nodibinājās Romas fiziķu skola, par kuras dvēseli kļuva jaunais profesors. Sākumā tajā ietilpa Fermī draugi — Razeti, Segre un Amaldi. Drīz Romas fiziķi kļuva pazīstami visā pasaulē. Studenti sauca Fermī un Razeti par «briesmīgo binomu», jo viņi studentiem izvirzīja ļoti stingras prasības. Visi četri bija jauni, jautri, mīlēja sportu, humoru.

Fermī piemita neparasts pedagoga talants. Viņa lekcijas bija lieliskas gan pēc formas, gan arī pēc satura, un viņam ļoti patika tās lasīt. Viengabalainība, loģiskums, skaidrība un dziļums, lūk, īpašības, kas piemita viņa lekcijām. Bez teorētiskās fizikas Fermī lasīja elementārās fizikas lekciju kursu, kas sniedza galvenās ziņas par elektrodinamiku, relativitātes teoriju, elastību u. c. Zinātnieks prata savas domas izteikt tā, ka tās bija saprotamas klausītājiem ar dažādu sagatavotību.

Jautrā iesauka «pāvests», ko draugi viņam bija dāvājuši Romas universitātē, tik pamatīgi «pielipa» Fermī, ka tā vēlāk viņu dēvēja arī citu zemju fiziķi.

1928. gadā Fermī apprecējās ar Romas universitātes vispārīzglītojošās fakultātes studenti Lauru Kaponi. Tūlīt pēc kāzu ceļojuma Enriko sāka diktēt sievai sen iecerētās fizikas mācību grāmatas tekstu. Pie šīs mācību grāmatas izveidošanas viņi strādāja gandrīz divus gadus, pie tam, rakstot to, Fermī neizmantoja literatūru, viņš pilnīgi paļāvās uz savu atmiņu. Arī turpmāk, sacerot savas grāmatas un rakstus, zinātnieks nelietoja rokasgrāmatas, bet katru jautājumu risināja patstāvīgi. Mācību grāmata tika izdota. Tā guva lielus panākumus un zināmā mērā papildināja jaunlaulāto visai pieticīgo budžetu.

Romas universitātē Fermī vadībā notika semināri, kuros

piedalījās ārzemju fiziķi. Pati semināru atmosfēra, jautājumu apspriešanas veids bija tik raits un nepiespiests, ka neviļus starp zinātniekiem un jauno profesoru izveidojās tuvas attiecības.

Grūti atbildēt uz jautājumu, kas bija Fermī — fiziķis teorētiķis vai fiziķis eksperimentētājs. Tie abi apvienojās viņā apbrīnojami harmoniski. Fermī bija daudzpusīgs zinātnieks, kas nodarbojās gan ar teorētisko un eksperimentālo fiziku, gan ar astrofiziku un atomtehniku. Mūsdienu fiziķi parasti ir noteiktas šauras nozares speciālisti, tāpēc šāda Fermī vispusība ir patiesi apbrīnojama. «Ja runā par aicinājumu, tad, bez šaubām, Fermī... ir dzimis fiziķis,» rakstīja par viņu padomju zinātnieks B. Pontekorvo. Zinātne kļuva par viņa dzīves mērķi, un tās interesēs viņš upurēja visu pārējo. Neparasti vienkāršs un kautrīgs, Fermī nemīlēja ārišķīgumu, pagodinājumus, sevišķu uzmanību, bija pilnīgi vienaldzīgs pret personiskās prioritātes jautājumiem. Toties nekad viņš neaizmirsu uzsvērt savu līdzstrādnieku lomu tajā vai citā darbā.

Līdz 1934. gadam zinātnieks uzrakstīja vairākus darbus teorētiskās fizikas jomā, kur aplūkoja statistikas izmantošanu vairāku jautājumu risināšanā. Pēc tam viņš sāka pievērsties kodolfizikai un publicēja pētījumus, uz kuriem pamatojas mūsdienu teorijas par elementārdaļiņu mijiedarbību.

Kad tika atklāta mākslīgā radioaktivitāte, Fermī pievērsās kodolfizikas eksperimentālo jautājumu risināšanai. Viņš nolēma izraisīt mākslīgo radioaktivitāti ar neitronu palīdzību, pamatoti uzskatot, ka neitroni spēs dziļāk iespieties atomā, jo tiem nav elektriskā lādiņa. Bombardējot ar neitroniem gandrīz vai visus ķīmiskos elementus, viņš ieguva vairāk nekā sešdesmit radioaktīvu elementu. Pirms tam Romā neviens nebija pētījis kodolu pārvērtības. Fermī pats izstrādāja metodi, ieguva neitronu avotu, konstruēja

skaitītājus, kas reģistrēja sairšanas produktus. Tai pašā laikā Segre, parādot neparastu izdomu, no dažādiem avotiem sagādāja ķīmiskos elementus.

Fermī rīcībā bija maza laboratorija, kurā strādāja ap desmit līdzstrādnieku. Līdzekļi, ko Musolini fašistiskā valdība atvēlēja zinātnei, bija visai niecīgi.

Fermī nekad nav strādājis administratīvu darbu. Protams, viņš vadīja zinātnisko darbu, taču mīlēja strādāt pats, un viņam bija laba ierīču konstruktora un stikla pūtēja slava. Šai laikā Fermī bija visai tālu no politikas. Viņš līdzīgi dažiem citiem zinātniekiem uzturējās «zilonkaula cietoksnī», kā tēlaini tika dēvēta mītiskā «tīrā» zinātne, kas it kā izolēta no politikas. Jaunajam profesoram nebija ne mazāko nojautu, ka eksistē antifašistiskā kustība, visas viņa intereses koncentrējās zinātnes pasaulē. Viņš bija godīgs un vērtēja zinātniekus tikai pēc viņu nopelniem zinātnē.

1934. gada vasarā Fermī lasīja lekcijas Brazīlijā un Argentīnā, kur viņu uzņēma ļoti svinīgi. Atgriezies Romā, viņš turpināja eksperimentus — bombardēja atomus ar neitroniem. Romas kodolfiziķu grupa izauga, tai pievienojās nesen universitāti beigušais Bruno Pontekorvo — tagad ievērojamais padomju fiziķis. Tieši šai laikā Fermī vadībā tika atklāta iepriekš aprakstītā neitronu palēnināšanās parādība. 1938. gadā par jaunu radioaktīvu elementu iegūšanu un kodolreakciju atklāšanu, kas norisinās lēno neitronu ietekmē, Fermī piešķīra Nobeļa prēmiju.

Šai laikā sevišķi spilgti iezīmējās Hitleram uzticīgās Musolini valdības pretfašistiskā politika. Tas ietekmēja Itālijas iekšējo stāvokli. Citu pēc cita sāka izdot rasistiskus un antisemitiskus likumus. Fermī bija dziļi sveša fašistu rasistiskā politika, un viņš nolēma aizbraukt no Itālijas. Bija sāpīgi atstāt dzimteni un Romu, kas bija kļuvusi tuva. Tur palika tik daudz piederīgo, draugu un skolnieku, bet zinātnieks bija stingri izlēmis doties prom. Saņēmis Nobeļa prēm-

miju, pēc kuras viņš brauca uz Stokholmu kopā ar ģimeni, Fermi vairs neatgriezās Romā, bet aizbrauca uz Amerikas Savienotajām Valstīm. Pa ceļam Fermi ģimene kādu laiku viesojās Bora savrupmājā Kopenhāgenas nomalē. Dāņu zinātnieku ļoti nomaca starptautiskais stāvoklis, kas bija izveidojies Eiropā. Viņš bija drūms un satraukts.

Amerikā Fermi kļuva par Kolumbijas universitātes profesoru.

Dzīvodams Amerikā, Fermi strādāja teorētiskās fizikas laukā, bet, kad Hāns un Štrasmanis atklāja urāna kodola dalīšanos, viņš no jauna pievērsās eksperimentālajai atomfizikai. Pilnīgi neatkarīgi no Žolio-Kiri itāliešu zinātnieks pierādīja, ka iespējama ķēdes reakcija. Fermi pētījumi atomenerģijas nozarē ir teorētiska un eksperimentētāja meistari-bas šedevrs.

Sākot ar 1939. gadu, Fermi pilnīgi pievērsās atomenerģijas iegūšanas problēmai. Viņa dzīvē sākās jauns posms, kas raksturojās ar izcilēm zinātniskiem panākumiem. Vienlaikus tas bija neapšaubāmi traģisks posms, kad tika izveidoti atomieroči, kurus vēlāk izmantoja Japānas pilsētu Hirošimas un Nagasaki iznīcināšanai.

Zinātnieka ģimene pārcēlās uz Čikāgu. 1942. gada decembrī fiziķu grupa Fermi vadībā Čikāgas universitātes slēgtajā tenisa laukumā, kas atradās zem futbola stadiona tribīnēm, uzbūvēja pirmo atomreaktoru. Pēc tam stingrā slepenībā kopā ar citiem atomzinātniekiem Fermi pašizliedzīgi strādāja Losalamosā pie atombumbas radīšanas. So zinātnieku vidū bez amerikāņu zinātniekiem bija arī Hitlera rasistiskās politikas upuri, kas bija emigrējuši no Vācijas. Visi viņi ticēja uzvarai pār fašismu un, dedzīgi vēlēdamies šo uzvaru, uztraucās par to, ka hitleriskā Vācija varētu viņus apsteigt.

Pirmo atombumbu radīja Amerikā, taču uzvara pār fašismu Eiropā, pateicoties padomju tautas varonībai, tika

gūta bez atomieročiem. Nebija nekādas vajadzības nomest atombumbas uz Hirosimu un Nagasaki, jo Japānas sakāve jau bija neizbēgama. To uzreiz saprata daudzi godīgie zinātnieki. Kopā ar ģeniālo Einšteinu viņi protestēja pret atomieroču izmantošanu, jo labāk par citiem saprata, kādu postu cilvēcei var nest viņu radītā atombumba. Zem protesta peticijas nebija Enriko Fermī paraksta. To, acīm redzot, var izskaidrot ar zinātnieka politisko infantilitāti. Tomēr pēc kara viņš neturpināja darbu atomieroču radīšanas jomā. Viņš kļuva par Čikāgas universitātes profesoru. Fermī palika uzticīgs savām līdzšinējām simpātijām — neitroniem. Eksperimentējot ar tiem, viņš izstrādāja jaunu kodolfizikas nozari — neitronu optiku. Šo jautājumu būtību viņš ir izklāstījis savā grāmatā «Atomfizikas lekcijas», kas tulkota arī krievu valodā.

Savas dzīves pēdējos gados Fermī aizrāvās ar augstu enerģijas elementārdaļiņu — mezonu pētīšanu. Gadu pirms nāves viņš pabeidza pētījumus par dažādas enerģijas pozitīvu un negatīvu pī mezonu izkļiedēšanu ar protoniem. Šajā darbā sevišķi spilgti atklājās viņa izcilais teorētiķa un eksperimentētāja talants. Zinātnieks pats konstruēja atsevišķas sinhrociklotrona detaļas, meklēja īpašu, oriģinālu zinātnisku izteiksmi un apzīmējumus. Visiem Fermī darbiem, kur izskaidrots parādību mehānisms, raksturīga apbrīnojama konkrētība, precizitāte un vienkāršība.

Fermī atstāja dziļas pēdas fizikas zinātnē. Viņš paveicis tik daudz, ka teorētiskā fizika ir pārpilna ar terminiem, kas nosaukti viņa vārdā. Visu mūžu Fermī izjuta milzīgas zināšanu un pētījumu alkas. To cilvēku atmiņā, kuri Fermī pazina, viņš palicis mūžam jauns, meklējošs, nenogurdināms zinātnieks, kas pašai dziedzīgi mīl zinātņi un nespēj iedomāties dzīvi bez tās.

ZINĀTNEI ATDOTĀ DZĪVE

Igors Kurčatovs

(1903—1960)



Stāsta, ka trīsdesmito gadu sākumā, kad Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūtā ieradās komisijas, kas pārbau-dīja institūta darbu, tā direktors akadēmiķis A. Jofe centies nepieminēt jaunā līdzstrādnieka Kurčatova pētījumus atom-fizikā. Tai laikā Fizikas un tehnikas institūtā tie šķita pārāk abstrakti, atrauti no dzīves un nevajadzīgi. Toreiz daudzi uzskatīja, ka ar kodolfiziku nodarboties nav vērts, jo tā ir ļoti tālu no praktiskā pielietojuma. Maz bija to, kas nojauta, ka paies pavisam neliels laika sprādis un atomenerģiju plaši izmantos militārām vajadzībām un tautas saim-niecībā, ka mūsu 20. gadsimtu sāks dēvēt par atombad-simtu, bet Kurčatovs kļuvis akadēmiķis, padomju atomfiziķu galva un zinātniskais vadītājs.

Igors Kurčatovs nodzīvoja īsu, bet neparasti spilgtu mūžu. Viņa viņa dzīve bija zinātnisks varoņdarbs. Būdams zinātnieks patriots, komunisti, viņš atdeva visu sevi zinātnēi, progresam, pašreizējai kalpoja savai Dzimtenei, savai tautai.

Igors Kurčatovs dzimis 1903. gada janvārī netālu no Ufas nelielajā Simas ciematā. Viņa tēvs Vasilijs Kurčatovs sākumā strādāja par mežsarga palīgu, bet vēlāk par mērnīku. Māte Marija Ostroumova pirms laulībām strādāja par skolotāju baznīcas skolā. Kurčatovu ģimenes locekļi ļoti mīlēja un cienīja cits citu. Lai bērni varētu iegūt izglītību, Kurčatovi 1908. gadā pārcēlās uz Simbirsku (Uļjanovsku), kur Igors iestājās ģimnāzijā. 1912. gadā nopietni saslima Igora māsa. Ārsti ieteica meitenei dzīvot dienvidos, tādēļ ģimenei vajadzēja pārcelties uz Krimu. Trūcīgie materiālie apstākļi neļāva dzīvot Dienvidu krastā. Kurčatovi apmetās Simferopolē.

Ģimnāzijā Igors mācījās teicami un pabeidza to 1920. gadā ar zelta medaļu. Pēc tam viņš iestājās Krimas universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes matemātikas nodaļā. Bija pēckara laiks. Kurčatovu ģimenei klājās grūti, un Igoram vajadzēja vienlaikus mācīties un strādāt. Viņš bija gan dispečers autogarāžā un malkas zāģētājs konservu fabrikā, gan dārza sargs un bērnu nama audzinātājs. Drīz viņam palaimējās — viņš kļuva par preparētāju Krimas universitātes fizikas laboratorijā. Šeit jauneklis pirmoreiz iepazīna fizikas eksperimenta noslēpumus un to pievilcību.

1923. gada pavasarī Kurčatovs pabeidza universitātes 3. kursu, bet vasarā patstāvīgi apguva un nokārtoja eksāmenus par ceturto kursu. Tai pašā gadā viņš uzrakstīja diplomdarbu un pabeidza universitāti. Laikam jūra uzvēdīja sapņus par tāliem ceļojumiem un kuģiem, kas dodas okeānu plašumos. Kurčatovs nolēma kļūt par kuģu būves inženieri.

1923. gadā viņš aizbrauca uz Ļeņingradu un iestājās Politehniskā institūta Kuģu būves fakultātē. Tāpat kā daudziem citiem studentiem, Igoram vajadzēja piepelņties. Meklēdams darbu, viņš nonāca Magnetometeoroloģiskajā observatorijā, kas atradās netālu no pilsētas. Šeit viņš kļuva par novērotāju elektriskajā paviljonā.

Jauneklis juta, ka viņu arvien vairāk un vairāk saista fizika. Kļuva skaidrs, ka viņš bija kļūdiņies sava dzīves ceļa izvēlē. Kuģi vairs neizraisīja iepriekšējo interesi, un jaunais pētnieks veica pirmo zinātnisko darbu — pētīja sniega radioaktivitāti snigšanas laikā. Kurčatovs pirmoreiz sastopas ar pilnīgi jaunu fizikas nozari — kodoldaļiņu fiziku un tā viņam šķiet neparāsti aizraujoša. Viņš meklē sevi, savu aicinājumu, aizbrauc no Ļeņingradas un kādu laiku Krimā nodarbojas ar meteoroloģiju. Feodosijas hidrometeoroloģijas institūtā viņš pētī stāvviļņus, kas rodas uz jūras, ezeru un citu ūdenskrātuvju virsmas vēja un atmosfēras spiediena ietekmē.

1924. gadā Kurčatova skolotājs universitātes profesors S. Usatijs uzaicināja viņu strādāt par asistentu Baku Politehniskā institūta fizikas katedrā. Šeit Kurčatovs veica savus pirmos pētījumus dielektriķu fizikā. Tie bija gadi, kad padomju fizika tikko sāka attīstīties. Baku institūtam nebija materiālās bāzes pētnieciskajam darbam. Tai laikā mūsu valsts fizikas zinātnes centrs bija Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūts.

1925. gada rudenī divdesmit divus gadus vecais Kurčatovs atkal aizbrauca uz Ļeņingradu. Liktenis bija viņam labvēlīgs. Kurčatovs sāka strādāt Fizikas un tehnikas institūtā. Tas bija ļoti jauns institūts. Arī tā līdzstrādnieki bija jauni. Institūtu jokojot sauca par «bērnudārzu». Taču labvēlīgie apstākļi — laba materiālā bāze, lielisks zinātniskais vadītājs un audzinātājs A. Jofe, kā arī tematika, kas cieši saistīta ar aktuālām fizikas problēmām, un entuziasma,

zinātnisku meklējumu atmosfērā, kas šeit valdīja, sekmēja līdzstrādnieku ātru zinātnisku izaugsmi. Kurčatovs, kā izteicās Jofe, «lieliski iederējās šai vidē ne tikai ar savu jaunību, bet arī ar savu entuziasmu, saviem centieniem un māku strādāt kolektīvā, spējām aizrauties ar tā interesēm».

Institūtā Kurčatovs turpināja nodarboties ar dielektriķu fiziku. Viņa pirmajā iespiestajā darbā aplūkota elektronu izspiešanās caur plānām metāla plāksnītēm. Daudzus šā perioda darbus jaunais zinātnieks veicis kopā ar Kirilu Sineļņikovu. 1927. gadā Kurčatovs apprecēja Sineļņikova māsu Marinu, kas uz visu mūžu kļuva par viņa patiesu draugu. Tā kā Igors bija lielisks eksperimentētājs, drīz viņš kļuva par vienu no institūta vadošajiem līdzstrādniekiem. 1930. gadā viņam jau uzticēja lielas laboratorijas vadīšanu.

1929. gadā Kurčatovs kopā ar P. Kobeko pētīja segnet-sāls neparasti lielo dielektrisko caurlaidību. Šo pētījumu rezultātā tika atklāta ārkārtīgi interesanta fizikas parādība — segnetoelektrība. Jaunais zinātnieks izveidoja šīs parādības precīzu teoriju.

Kurčatovs bieži ieradās Harkovā, lai apspriestos ar Ļevu Landau un citiem teorētiķiem, kas tur strādāja. Drīz noskaidrojās, ka segnetoelektrības parādību var izmantot tehnikā. Pēc Igora Kurčatova iniciatīvas liela zinātnieku un inženieru grupa sāka risināt uzdevumus, kas saistīti ar segnetoelektriķu praktisku pielietojšanu. Par darbiem dielektriķu fizikā Kurčatovam 1934. gadā piešķīra fizikas un matemātikas zinātņu doktora grādu bez disertācijas aizstāvēšanas.

Līdztekus pētnieciskajam darbam viņš ar lielu aizrautību strādāja par pasniedzēju; lasīja lekcijas dielektriķu fizikā Ļeņingradas Politehniskajā institūtā Inženierfizikas fakultātē. Pedagoģa darbs viņam ļoti patika. Nereti lekcijās viņš stāstīja jaunatnei par jauniem pētījumiem un aizrāva klausītājus ar savu entuziasmu.

Kurčatovs nodarbojās arī ar pusvadītāju fiziku, taču kopš 1932. gada viņu arvien vairāk saistīja kodolfizika. Tai laikā Ļeņingradā pētījumus atomfizikas jomā veica tikai nelielajā Dmitrija Skobeļcina laboratorijā, kur tika pētīti kosmiskie stari, un Rādija institūtā, kur daži cilvēki Ļeva Mišovska vadībā pētīja radioaktivitātes parādību. Kurčatovs kļuva par šīs nozares pētījumu faktisko vadītāju.

Lai izraisītu kodolreakcijas, vajadzēja iegūt daļiņas, kam ir liels ātrums. Tādēļ zinātnieks vispirms izveidoja augstsprieguma iekārtu un paātrinātājscauruli, kurā ieguva protonu kūli, ar 350 keV lielu enerģiju. Vēlāk ar viņa līdzdalību līdzīga iekārta tika izveidota arī Harkovas Fizikas un tehnikas institūtā. No šī brīža atomfizika kļuva par zinātnieka mūža darbu.

Kurčatovam bija raksturīga neparasta mērķtiecība un lieliskas darba spējas. Līdz vēlai naktij viņš uzturējās laboratorijā, visur iedziļinājās, pats montēja ierīces, veica mērījumus.

Drīzā laikā Ņevas krastos ar Kurčatova līdzdalību un viņa vadībā tika iedarbināts ciklotrons. Nebija viegli uzbūvēt pirmo vislielāko paātrinātāju Eiropā. Kodolfiziku grupa dienas un naktis pavadīja pie ciklotrona. Vajadzēja atrast visefektīvāko mašīnas darba režīmu.

Rezultātā šis ciklotrons deva tik daudz daļiņu, cik varēja iegūt no 2—3 kg rādija. Tagad šie skaitļi liekas niecīgi, bet toreiz tā bija milzīga uzvara.

Vienlaikus ar attiecīgo iekārtu izveidošanu Kurčatovs, sākot ar 1934. gadu, it īpaši pēc tam, kad Fermī bija atklājis neitronu izraisīto mākslīgo radioaktivitāti, veica intensīvus eksperimentālus atomu kodola pētījumus. Zinātnieka rīcībā bija ļoti niecīgs neitronu daudzums, to plūsma bija neliela, un eksperimentētājam nebija viegli. Akadēmiķis I. Kikoinš atceras, ka bieži varēja redzēt «pa institūta garo gaiteni ar simt metru skrējiena dalībnieka ātrumu jonojam

cilvēku ar kaut kādu siku priekšmetu rokā. Tas bija I. Kurčatovs, kas steidzās nogādāt laboratorijā tikko ar neitronu avotu apstaroto objektu, lai izpētītu kārtējo kodolu, kam vi-sai īss dzīves laiks».

1935. gadā Kurčatovs sadarbībā ar savu brāli Borisu, kas strādāja Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūtā, L. Mi-sovski un L. Rusinovu atklāja radioaktīvo elementu atomu kodolu izomēriju. Viņi apstaroja ar neitroniem parasto bromu, kas sastāv no diviem izotopiem, un konstatēja, ka apstarošanas rezultātā veidojas radioaktīvas vielas ar trim dažādiem sabrukšanas periodiem.

1939. gadā Kurčatovu ieinteresēja smago kodolu dalīša-nās problēma. Sai laikā padomju un aizrobežu zinātnieku darba rezultātā tika atklāts jauns radioaktivitātes veids — urāna spontāna dalīšanās. Apkopojot aizrobežu un padomju zinātnieku pētījumus, Kurčatovs secināja, ka ir iespējama lēno neitronu ķēdes reakcija un ka var iegūt atomenerģiju. Viņš iesniedza PSRS Zinātņu akadēmijai vissavienības mē-roga kodolpētījumu attīstības plānu. Karš izjauca šā plāna īstenošanu.

Lielā Tēvijas kara sākumā Kurčatovs lūdza institūta va-dību atļaut viņam doties uz fronti. Nebija viegli zinātnieku pārliecināt, ka viņam jāpaliek institūtā. Tad Kurčatovs no-lēma strādāt tādā nozarē, kas tieši saistīta ar armijas vaja-dzībām. Fizikas un tehnikas institūtā Anatolija Aleksan-drova vadībā tika veikti darbi, lai uzlabotu kuģu pretmīnu aizsardzību. Kādreiz jauneklīs Kurčatovs bija sapņojis bū-vēt kuģus, tagad viņš meklēja metodes, kā tos aizsargāt.

1941. gada augustā Kurčatovs kopā ar Aleksandrovu un līdzstrādnieku grupu devās uz Sevastopoli, kur jau strādāja grupa zinātnieku. Aleksandrovs ierosināja aizsargāt kuģus no magnētiskajām mīnām, atmagnetizējot tos. Ideja bija vienkārša: pa visu kuģa perimetru tika ierīkoti īpaši tinumi, pa kuriem plūda strāva. Strāvas radītais magnētiskais

lauks kompensēja paša kuģa magnētisko lauku. Ienaidnieka magnētiskās minas parasti tika noskaņotas uz kuģa magnētiskā lauka vertikālo komponenti.

Darba apstākļi bija grūti, jo nebija īpašas iekārtas. Kad ieradās Kurčatovs un Aleksandrovs, darbs sāka veikties ātrāk. Kurčatovs visus pārsteidza ar apbrīnojamu enerģiju un organizatoriskām spējām. Viņam ļoti patika jaunais darbs. «Jo vairāk es strādāju kopā ar Anatoliju (Aleksandrovu), jo gūstu lielāku apmierinājumu. Ļoti interesanti!» viņš rakstīja sievai. Aleksandrovu drīz pārcēla citā darbā, bet Kurčatovs palika Sevastopolē. Ar zinātnieka līdzdalību tika iekārtota īpaša stacija, kontrollaukumi, pilnveidota mērījumu metodika. Drīz sāka izmantot arī citu, vēl ekonomiskāku atmagnetizēšanas beztinuma metodi (īpaši zemūdenēm). Vēstulē sievai zinātnieks rakstīja, ka dzīvo «labi un mierīgi», bet patiesībā ik dienas viņam draudēja briesmas, jo viņš ne tikai vadīja, bet arī pats personiski piedalījās visos darbos. Bieži notika ienaidnieka lidmašīnu uzliedojumi.

Visas savas zināšanas un pieredzi Kurčatovs atdeva pil-sētas aizsardzībai. Pēc viņa iniciatīvas tika izveidots pirmais liellaivas elektromagnētiskais tralis ienaidnieka mīnu uzspridzināšanai. Šai laikā viņš saņēma bēdīgu vēsti. Ap-lenktajā Ļeņingradā bija miris viņa tēvs. Kurčatovs smagi pārdzīvoja zaudējumu, tomēr darbabiedri redzēja viņu vienmēr možu un bija pārsteigti par zinātnieka neparastajām darba spējām. Reiz laukumā, kur notika darbi, ieradās angļu jūras virsnieki. Zinātnieks rādīja viņiem aparatūru un iepazīstināja ar speciālistu darbu. Angļus pārsteidza krievu panākumi šai nozarē. Izrādījās, ka Kurčatova grupa divos mēnešos bija paveikusi vairāk nekā Britu salās izda-rīts trīs gados.

1941. gada novembrī ienaidnieks bija pienācis pavisam tuvu Sevastopolei. Pavēlniecība nolēma evakuēt zinātniekus

uz Kaukāza ostas pilsētām. Iekraušana notika uzlidojumu un ienaidnieka kuģu uzbrukuma laikā. Kopā ar citiem Kurčatovs aizbrauca uz Poti. Sākās jauns darba posms. Organizējot praktisku palīdzību fronteī, zinātnieks apbraukāja Kaukāza piekrasti. 1942. gadā par darbiem pretmīnu aizsardzībā Aleksandrovam un Kurčatovam kopā ar grupu zinātnieku piešķīra Valsts prēmiju.

Decembrī Igoru Kurčatovu atsauc no Melnās jūras flotē. Pēc valdības rīkojuma arī citus atomfizikus sāka atsaukt no frontēm, lai organizētu plašus darbus urāna skal-dišanā. Sabiedrotie šai laikā sāka strādāt pie atomieroču izveidošanas. Un, lūk, Amerikas Savienotajās Valstīs, Losalamosa kalnā, parādījās milzīga slepena laboratorija. Daudzu zinātnieku pūliņu rezultātā 1945. gadā tika izgatavotas trīs atombumbas.

Arī Padomju Savienībā izvērtās intensīvi darbi kodolfizikas nozarē. Kurčatovam uzticēja izveidot speciālu PSRS Zinātņu akadēmijas kodollaboratoriju. Maskavas nomalē izauga pirmie laboratorijas korpusi, vēlāk no tās izveidojās visā pasaulē pazīstamais ar Ļeņina ordeni apbalvotais Atomenerģijas institūts, kurš tagad nosaukts tā dibinātāja I. Kurčatova vārdā. Seit sevišķi spilgti atklājās lieliskā zinātnieka organizatora talants. Bija vajadzīgi kvalificētu kodolfiziku kadri. Viņu bija ļoti maz, un tad Kurčatovs sāka sagatavot speciālistus. Jaunajam kolektīvam ik dienas izvirzījās tūkstošiem problēmu, neizpētītu jautājumu. Vajadzēja meklēt visperspektīvākos tehniskos risinājumus, attīstīt teoriju.

Eksperimenti notika visu diennakti. Kurčatovs personiski vadīja urāna-grafīta atomkatla izveidošanas darbus un gandrīz neatstāja laboratoriju. Beidzot Padomju Savienībā un Eiropā pirmais atomkatls bija uzbūvēts, bet zinātnieks jau piedalījās citu atomreaktoru izstrādāšanā un iedarbināšanā.

Izveidojot reaktorus, kas dod spēcīgu neitronu izstarojumu, radās iespēja attīstīt pētījumus neitronu fizikā, neitronu spektroskopijā un citās kodolfizikas nozarēs.

Ārzemēs polemizēja par to, vai krievi līdz 1960. gadam spēs radīt atombumbu. Taču Padomju valdība jau 1947. gadā paziņoja, ka Padomju Savienībai ir atomieroči. Starptautiska saspīlējuma palielināšanās apstākļos mūsu valsts aizsardzībai bija nepieciešams izgatavot atombumbu. Bet Kurčatovu nodarbināja ne tikai atombumbas radīšana. Atomu poligonā, kad darbs pie bumbas ritēja pilnā sparā, viņš sapņoja par miera atomu. «Miera atoms — lūk mūsu mērķis, bumbas — tikai piespiedu nepieciešamība,» sacīja zinātnieks. Kurčatovs kodolenerģijā saskatīja neizsmejamu enerģijas avotu, kas ar laiku spēs nomainīt visus citus enerģijas veidus, un centās piespiest šo enerģijas avotu kalpot cilvēkam.

Viens pabeigts darbs nozīmēja citu vēl intensīvāku darbu sākumu. Kurčatovs nebija kabineta zinātnieks. Viņu varēja sastapt dažādās mūsu zemes malās gan celtnēs, gan rūpnīcās. Viņš vadīja zinātniskus seminārus un konsultācijas, apspriedās ar zinātniekiem un inženieriem, piedalījās projektu iecerēšanā un izstrādāšanā.

Daudz enerģijas zinātnieks ieguldīja atomelektrostacijas radīšanā. Viņš prasīja, lai viss tiktu pārbaudīts ar eksperimentiem un atbilstu aprēķiniem — tā taču bija pirmā atomelektrostacija pasaulē. Atomenerģētikas darbi izvērās plašā frontē. Belojariskas un Voronežas atomelektrostacijās, ledlauzī «Leņins», Dubnas atomcentrā, Kijevas, Rīgas, Minskas, Tbilisi atomreaktoros — visur ir daļa no Kurčatova dvēseles un lielā talanta.

Pēdējos dzīves gados zinātnieku vairs neapmierināja atomelektrostacijas un ledlauži, viņš sapņoja, kā piespiest

kodolsintēzes enerģiju kalpot cilvēcei. Kurčatova sapnis bija iedegt uz zemes mazu kodoltermisku sauli.

Kodoltermiskās reakcijas, kas notiek uz Saules, zinātnieki ir izzinājuši, tās vairs nav noslēpums.

Bet kā izveidot reaktoru, kurā ūdeņradi varētu pārvērst hēlijā, un piespiest kalpot cilvēkiem milzīgo enerģiju, kas izdalās šajā procesā? Vispirms jāuzbūvē iekārtas, kur varētu notikt kodoltermiskā reakcija. Tā taču noris apmēram dažu miljonu grādu augstā temperatūrā. Pavērās plaši apvārsņi, taču grūtības, kas stājās zinātnieku ceļā, bija ļoti lielas.

Sarežģītu zinātnisku problēmu risināšana iespējama tikai kolektīvā jaunradē, apmainoties idejām, daloties pieredzē. Igors Kurčatovs un viņa līdzstrādnieki uzskatīja, ka zinātne, kura kalpo cilvēcei un kurai ir humāni mērķi, ir jāattīsta, sadarbojoties daudzu valstu zinātniekiem, brīvi apmainoties ar informāciju. Tādēļ zinātnieki lūdza valdības atļauju publicēt padomju fiziķu darbus par kodoltermiskajām reakcijām. Drīz atļauja tika saņemta.

1956. gadā akadēmiķis Kurčatovs kopā ar padomju valdības delegāciju apmeklēja Angliju. Britu atomcentrā Harvelā zinātnieks nolašīja referātu, kas radīja sensāciju. Viņš zināja, ka arī Anglijā tiek veikti pētniecības darbi kodoltermiskajā sintezē. Lūk, kādēļ Kurčatovs ir tik lielu pacilātību un saviļņojumu sāka savu ziņojumu par padomju zinātnieku darbiem vadāmo kodoltermisko reakciju jomā. Zālē bija sasprindzināts klusums. Pamazām neuzticība sāka izzust, un auditorija, kaut arī piesardzīgi, tomēr visai draudzīgi uzzņēma referātu.

Nākamajā dienā angļu avīzes bija pilnas ar paziņojumiem par padomju akadēmiķa uzstāšanos. Dažas no tām neslēpa izbrīnu par to, ka Kurčatovs bija stāstījis par lietām, kuras Anglijā un ASV tika turētas visstingrākajā slepenībā, citi aicināja sadarboties ar Padomju Savienību,

trešie raizējās, ka arī šeit krievi aizsteigušies viņiem priekšā.

Sākums bija likts. 1958. gadā Ženēvā notika konference, kas bija veltīta atomenerģijas izmantošanai miera apstākļos. Sveicē sapulcējās pieci tūkstoši zinātnieku, lai apspriestu daudzu interesantu pētījumu rezultātus. I. Kurčatovs atkal iedziļinājās darbā. Ar iekārtu «Ogra» izcilā zinātnieka vadībā tika uzsākti darbi, lai iegūtu un izpētītu augstas temperatūras plazmu.

Līdztekus milzīgajam zinātniskajam un organizatoriskajam darbam Kurčatovs atrada laiku, lai uzstātos strādnieku, inženieru, studentu auditorijas priekšā. Viņš sarakstījis gan monogrāfijas, gan mācību grāmatas. Partija un tauta augstu novērtējusi akadēmiķa Kurčatova nopelnus. Viņam trīsreiz piešķirts Sociālistiskā Darba Varoņa cildeņais nosaukums, viņš bijis PSRS Augstākās Padomes deputāts.

Kurčatovs bija lielisks biedrs, neparasti smalkjūtīgs un uzmanīgs cilvēks. Pie viņa varēja nākt jebkurā laikā. Lai nebūtu jākavē laiks ceļā uz mājām, zinātnieks dzīvoja institūta teritorijā. Nebija viegli strādāt kopā ar akadēmiķi. Viņš bija ļoti prasīgs, taču pats vienmēr strādāja vairāk par visiem un aizrāva citus ar savu dedzīgo attieksmi pret darbu. Kurčatovs lieliski prata atrast patiešām talantīgus cilvēkus — nākamos zinātniekus.

Šā brīnišķīgā cilvēka dzīve pārtrūka pēkšņi. 1960. gada 7. februāra diena iesākās kā parasti. Pēc telefona sarunas ar Kijevu par atoma darbu paātrināšanu Ukrainā Igors Kurčatovs aizbrauca uz Bārvihu (netālu no Maskavas), lai apmeklētu draugu, kas tur atpūtās. Saticis draugu, viņš izmeklēja soliņu parkā, notrausa no tā sniegu un teica: «Sēdies! Gribru tev daudz ko pastāstīt.» Tie bija viņa pēdējie vārdi...

Kurčatovs apglabāts Sarkanajā laukumā.

Atomenerģijas institūtā, kur strādāja Igors Kurčatovs, vestibilā akmenī izcirsti viņa vārdi: «Es esmu laimīgs, ka piedzimu Krievijā un veltīju savu dzīvi lielās Padomju zemes atomzinātnei. Es dziļi ticu un noteikti zinu, ka mūsu tauta, mūsu valdība šīs zinātnes sasniegumus izmantos tikai cilvēces labklājībai.»

PADOMJU FIZIĶU SKOLAS PAMATLICĒJS

Abrams Jofe
(1880—1960)



20. gadsimta sākumā, kad mūsdienu «neklasiskā» fizika tikai sāka veidoties, vācu pilsētā Minhenē ievērojamā zinātnieka eksperimentētāja Rentgena laboratorijā ieradās jauns cilvēks no Krievijas. Viņš dedzīgi vēlējās iepazīt eksperimentēšanas mākslu un veltīt savu mūžu fizikas zinātnei. Tas bija Abrams Jofe, nākamais izcilais zinātnieks, kas ievērojami ietekmējis fizikas attīstību mūsu zemē.

Abrams Jofe dzimis 1880. gadā nelielā Ukrainas pilsētiņā Romnos Poltavas guberņā. Viņa tēvs Fjodors Jofe strādāja par grāmatvedi. Viņš bija labsirdīgs cilvēks, mīlēja grāmatas, sabiedrību, ļoti cienīja zinātni. Māte Rašele bija gudra sieviete, kas daudz lasījusi. Ģimenē bērniem iemācīja mīlēt zināšanas un ciēnit fizisko darbu.

Zinātņu ābeci Abrams sāka iepazīt reālskolā. Seit viņam radās arī savas idejas. Viena no tām saistīta ar pasaules gaismas viļņu nesēju ēteru. Toreiz valdīja uzskats, ka visu pasaules telpu aizpilda ēters un ka gaismas izplatīšanās ir ētera daļiņu svārstību process. «Doma, ka visa pasaules telpa aizpildīta ar vielu, kuras vienīgā nozīme būtu palīdzēt mums izprast, kā izplatās gaisma, ja tā ietu caur šo ēteru,» rakstīja vēlāk Jofe, «man šķita absurda... vajag atrast kādu citu izskaidrojumu, un es nolēmu šo izskaidrojumu meklēt.»

Otra problēma skāra smaržu raksturu. Vai gaismas un smaržas mehānismā nav līdzības? Varbūt eksistē zināmas svārstības, kas iedarbojas uz mūsu ožas orgāniem un tādējādi rada visdažādāko smaržu sajūtu?

Zinātkāro jaunekli nodarbināja šie jautājumi. Taču atriecināt tos varēja, iegūstot atbilstošu izglītību. Reālskolai sekoja augstākā tehniskā skola, un 1897. gadā, teicami nokārtojis eksāmenus, A. Jofe iestājās Pēterburgas Tehnoloģiskajā institūtā, kuru viņš izvēlējās tāpēc, ka tur samērā daudz laika tika veltīts fizikas mācīšanai.

Studiju gados Jofe aizrautīgi lasīja politisko literatūru, piedalījās studentu nemieros. Drīz viņš pārliecinājās, ka cērības, kas bija liktas uz institūtu, nav pilnībā attaisnojušās. Fiziku vajadzēja apgūt tikai pēc lekcijām, laboratorijas darbi nenotika. Lekcijas lasīja profesors N. Hēzehuss, kurš bija uzrakstījis dažus darbus par elektrizēšanos berzes ceļā. Viņš bija progresīvs pedagogs, atbalstīja jaunatni, tāpēc 1911. gadā pievienojās lielai Maskavas universitātes profesoru grupai, kas, protestējot pret reakcijas patvaļu, aizgāja no augstskolas.

Vasarā studentiem bija jāveic obligātā prakse. Astoņpadsmitgadīgajam jauneklim vajadzēja patstāvīgi vadīt dzelzceļa tilta montēšanas darbus Poltavas—Rostovas pie Donas līnijā. Nākamajā gadā viņš praktizējās Ižoras rūp-

nicā. Seit Jofe bija strādnieku nežēlīgās ekspluatācijas aculiecinieks. Atcerēdamies šo dzīves posmu, viņš stāstīja, ka, strādājot par inženieri, neko nebūtu varējis darīt, lai pārvarētu atpalcību, tāpēc arī nolēmis atteikties no šā darba. Vienlaikus viņš pārliecinājās, ka nodarboties ar zinātnei ca-riskās Krievijas augstskolā ir ārkārtīgi grūti, ka jāapgūst eksperimentēšanas prasme. Profesors Hēzehuss ieteica Jofem braukt pie Rentgena. N. Hēzehuss un N. Jegorovs (tai laikā strādāja Mēru un svaru galvenajā palātā) rekomendācijas vietā iedeļa savu zinātnisko darbu novilkumus ar veltījumiem Rentgenam, un Jofe devās uz Vāciju. Tā trūcīgais jauneklis 1902. gada decembrī nokļuva Minhenē.

Lai apgūtu obligāto laboratorijas darbu praktikumu, Rentgens aizsūtīja Jofi pie saviem asistentiem. Drīz prasīgais zinātnieks pamanīja jaunā krievu inženiera eksperimentētāja spējas un uzticēja viņam patstāvīgu pētījumu, kura rezultāti izrādījās tik interesanti, ka Rentgens pats sāka piedalīties darbā.

Raksturīgi, ka jau šajā laikā jauneklis K. Marksa un G. Plehanova darbu ietekmē, kā arī Brīvajā ekonomiskajā biedrībā notikušo diskusiju ietekmē, viņa vārdiem izsakoties, uzskatīja termodinamiku un statistisko fiziku kā «dialektiskā materialisma ideju konkrētu attīstību».

No 1904. līdz 1914. gadam Rentgens un Jofe kopīgi pētīja kristālu elektriskās īpašības. Tas ir sevišķi pārsteidzoši, jo abiem zinātniekiem bija stipri atšķirīgi uzskati. Pirmais atzina tikai eksperimentu, nemīlēja hipotēzes, otrs bija jauns, straujš, jaunu ideju pārpilns un nebaidījās izvīrīt hipotēzes, kas bija pretrunā ar esošajiem uzskatiem. Viņu starpā radās pat konflikti. Tomēr Rentgens nevarēja nepamanīt sava audzēkņa spējas, viņš iemīlēja jauno zinātnieku, un vēlāk kļuva lieli draugi. Diemžēl lielākā daļa no viņu kopīgajiem darbiem tā arī netika izdota. Dažus materiālus viņi publicēja, pārējos, kā bija vēlējies Rentgens, pēc viņa nāves

sadedzināja. Līdz 1906. gadam Rentgens un Jofe strādāja kopā Minhenē, bet pēc tam līdz pat pirmajam pasaules karam Jofe katru vasaru pavadīja sava skolotāja laboratorijā.

Dzīvojot Minhenē, jaunais zinātnieks iepazinās ar daudziem fiziķiem: Zommerfeldu, Laui, Debaī, Ērenfestu, Vāgneru, Pringsheimu u. c. Viņi apsprieda zinātniskus jautājumus, apmainījās domām, idejām. Ar daudziem šiem zinātniekiem Jofem bija draudzīgas attiecības ilgu gadus.

1905. gadā Jofe Minhenes universitātē aizstāvēja disertāciju filozofijas doktora grāda iegūšanai ar «visaugstāko uzslavu». Aizstāvēšanas laikā notika interesants gadījums. Dekāns teica runu latīņu valodā. Jofe nezināja latīņu valodu un neko nesaprata, izņemot to, ka aizstāvēšanas rezultāts ir pozitīvs, jo dekāns bija paspiedis viņam roku. Vēlāk, kad Rentgens pastāstīja Jofem, ka fakultāte pirmoreiz divdesmit gados piešķirusi doktora grādu ar visaugstāko novērtējumu, pēdējais atzinās, ka nav pat neko zinājis par disertāciju četrpakāpju novērtējuma sistēmu. Augstākā no tām deva tiesības lasīt lekcijas, bet pēc tam saņemt arī profesūru.

Rentgens ieteica jaunajam zinātniekam uz visiem laikiem palikt Minhenē profesora amatā. Protams, priekšlikums bija vilinošs, taču Jofe ilgojās pēc dzimtenes, lai gan Krievijā pēc 1905.—1907. gada revolūcijas valdīja reakcija. Taču «ar savu marksistisko pārliecību,» atcerējās A. Jofe, «es uzskatīju, ka tādā laikā man nav tiesību tālumā no dzimtenes, Minhenē, nodarboties tikai ar fiziku. Es aizrakstīju Rentgenam, ka neatgriezīšos, ka sirdsapziņa man neļauj atstāt dzimteni tādā laikā, kad triumfē reakcija».

Un jaunais zinātnieks atgriezās Pēterburgā. Šeit viņš kļuva par Politehniskā institūta fizikas katedras laborantu. Šai laikā Pēterburgā netika veikti lieli un oriģināli pētījumi fizikā. Pētījumiem bija gadījuma raksturs un galvenokārt

tika atkārtots tas pats, ko paveikuši ārzemju zinātnieki. Šī smacīgā atmosfēra pamazām izklierējās, kad parādījās jaunie zinātnieki A. Jofe, P. Ērenfests un D. Roždestvenskis. Visiem viņiem bija ievērojama loma mūsu dzimtenes fizikas attīstīšanā. Ērenfests, lai arī vēlāk aizbrauca uz ārzemēm, nepārtrauca sakarus ar padomju zinātniekiem. D. Roždestvenskis visu mūžu nostrādāja universitātē, bet A. Jofe darbojās Politehniskajā institūtā. Vēlāk Jofem piedāvāja lieliskus darba apstākļus — laboratoriju, spējīgus līdzstrādniekus, augstu atalgojumu — Kalifornijas universitātē un daudzās citās zinātniskajās iestādēs, taču no visiem šiem piedāvājumiem viņš vienmēr atteicās.

Abrams Jofe savu zinātnisko karjeru sāka fizikas zinātnei visai ievērojamā attīstības posmā. 20. gadsimta pirmā desmitgade bija raksturīga ar izciliem atklājumiem, kas noveda strupceļā daudzus teorētiķus. Taču zinātnieku nebie-dēja jaunās atziņas, kaut arī tās bija neparastas, un jauna-jiem fizikas priekšstatiem un jēdzieniem nebija uzskatāmī-bas. Šie atklājumi nozīmēja progresu dabas izziņāšanas procesā; tam vajadzēja novest pie apvērsuma zinātnē un tehnikā.

Dabiski, ka jaunā fizika intereses koncentrējās ap jaunā-kajiem atklājumiem. Tikko bija izvirzīta gaismas kvantu teorija, Jofe kļuva par tās pārliecinātu piekritēju un nolēma pētīt procesus, kas norisinās, kad gaisma izsūt elektronu. 1913. gadā par šo darbu Abramam Jofem piešķīra fizikas maģistra grādu. Pēc diviem gadiem par kvarca elastīgo un elektrisko īpašību pētījumiem viņam piešķīra doktora grādu. Vienlaikus A. Jofe ar lielu aizrautību un meistarību lasīja fizikas lekcijas Politehniskajā un Kalnrūpniecības in-stitūtā, kā arī Pēterburgas universitātē. Viņam gribējās jau pašā sākumā ievirzīt savus klausītājus jautājumu lokā, kas dziļi satrauca viņu pašu. Viņš stāstīja studentiem par fizi-kas zinātnes pēdējiem jaunumiem, par grūtībām, ar kurām

jāsastopas zinātniekiem, par tām problēmām, kuras vēl jā-
atrisina. Jofes lekcijas, kurām piemita mākslinieciska uz-
skatāmība, padarīja viņu ļoti populāru studentu vidū, bet
fiziku — par vienu no mīļākajiem priekšmetiem.

A. Jofe sarakstījis arī augstskolu mācību grāmatas, no
kurām mācījušās daudzas fizikā paaudzes. Bagātīgais zi-
nātniskais materiāls tajās apvienojas ar neparastu izklāsta
skaidrību un dziļumu. Lielā monogrāfija «Pusvadītāju fi-
zika» arī tagad ir plaši pazīstama un ļoti populāra. Tā tul-
kota vācu, angļu, ķīniešu un citās valodās.

1917. gadā A. Jofe bija kļuvis par vienu no izcilākajiem
krievu fiziķiem. Ap viņu grupējās desmit līdz divpadsmit
cilvēku liels kolektīvs, kas vēlāk izveidoja Fizikas un teh-
nikas institūta kodolu. Tie bija N. Semjonovs, J. Frenkelis,
P. Kapica, P. Lukirskis, N. Dobronravovs, J. Dorfman —
tagad izcili zinātnieki fiziķi, kurus pazīst visā pasaulē. Zi-
nātniskie pētījumi notika divos virzienos: tika pētīta strāvas
plūšana caur kristāliem un pārbaudīta tikko radītā gais-
mas kvantu teorija.

Visā pilnībā A. Jofes spējas atraisījās pēc Oktobra revo-
lūcijas. Viņš bija viens no tiem zinātniekiem, kas uzreiz ne-
šaubīdamies pilnīgi nostājās padomju varas pusē un at-
deva savu talantu tautai. Jofe bija pirmais no fiziķiem, kas
saprata, ka jaunajā sabiedrībā zinātnei būs cita loma, ka tā
jāpārvērš par visas valsts lietu. «Pirmsrevolūcijas laikā,»
sacīja zinātnieks, «zinātne man bija tikai iemīļota nodarbo-
šanās, kuras sociālā nozīme mani maz interesēja. Pēc revo-
lūcijas tā kļuva vienlaikus par komunistiskās sabiedrības
celtniecības daļu.»

Revolūcijas sākumā Krievijā gandrīz nebija fizikas
centru, zinātnieku fiziķu kolektīvu. Jofe lieliski saprata, ka
zemei vajadzīga zinātne, kas virzītu to uz tehnisko
progresu. Pēc šī atzinuma viņš vadījās visā savā turpmā-
kajā darbā. Bija vajadzīgi fiziķu kadri, un zinātnieks izdo-

māja, kā organizēt viņu sagatavošanu. 1919. gadā Politehniskajā institūtā tika izveidota Fizikas un tehnikas fakultāte. Šeit. sākot ar otro kursu, visspējīgākie studenti tika iesaistīti zinātniskajā darbā, bet pēc institūta beigšanas papildināja fiziku rindas. Pūles attaisnojās pilnībā — radās jauna veida fiziķi un inženieri, kas varēja strādāt institūtos un rūpnīcu laboratorijās. Jofes «bērnudārzu», tā dēvēja fakultāti, pabeidza daudzi zinātnieki, kuri vēlāk kļuva par akadēmiķiem un kuriem bija noteicoša loma padomju fizikas attīstībā.

1921. gadā grūtajos pēckara apstākļos pēc Jofes iniciatīvas un viņam tieši piedaloties no Rentgenoloģijas un radiooloģijas institūta mazās fizikas un tehnikas nodaļas izveidoja Fizikas un tehnikas institūtu. Jofe bija šī institūta direktors un dvēsele vairākus gadu desmitus.

Divdesmito gadu sākumā A. Jofe kopā ar akadēmiķiem A. Krilovu un D. Roždestvenski devās uz ārzemēm, lai iepirktu iekārtu institūtiem un laboratorijām. Bez tam brauciena mērķis bija atjaunot sakarus ar ārzemju zinātniekiem un tādējādi likvidēt Padomju Savienības zinātnisko izolāciju. Kopš šā laika Jofe ik gadus apmeklēja lielākās Eiropas (Berlīnes, Parīzes, Getingenas, Leidenas, Kembridžas) un Amerikas universitātes un rūpnīcu laboratorijas, kur viņš sniedza konsultācijas, lasīja lekcijas un referātus.

Ļoti liela nozīme savstarpējo sakaru uzturēšanā bija tā sauktajiem Solveja fizikas kongresiem. Tie bija nosaukti beļģu ķīmiķa Solveja vārdā, kurš daļu no ienākumiem, ko ieguva par sodas ražošanu pēc viņa izgudrotā paņēmiena, atdeva fizikas un ķīmijas attīstīšanai. Tika noorganizēta starptautiska komiteja, par kuras priekšsēdētāju kļuva Hendrihs Lorencs. Pirmais kongress sanāca 1911. gadā. Parasti pusotru gadu pirms kongresa izvēlējās svarīgāko un grūtāko fizikas problēmu un zinātniekus, kas varētu to atrisināt un izskaidrot. Kongress sanāca, lai vispusīgi ap-

spriestu šo problēmu. Kongresu vadīja Lorencs, pēc viņa nāves Lanževēns un Bors, bet pēc otrā pasaules kara — Bregs. Šajos fizikā forumos padomju delegācijas sastāvā vienmēr piedalījās A. Jofe. Kongresi veicināja ne tikai fizikas problēmu risināšanu, bet arī zinātnieku ciešu pazīšanos un tuvināšanos.

Padomju Savienības zinātniskajā dzīvē liela nozīme bija Vissavienības fizikā kongresiem, ko rīkoja PSRS Fizikā asociācija, kuras prezidents bija Jofe. Kongresu darbā piedalījās arī ārzemju zinātnieki. Padomju Savienības viesi ir bijuši Bors, Debaī, Diraks, Pauli, Perēns, Planks un daudzi citi.

Savā garajā mūžā Jofe apmeklēja daudzas valstis, iepazinās ar lielākajām Eiropas un Amerikas zinātniskajām iestādēm. Viņš bija astoņu ārzemju akadēmiju loceklis, piecu universitāšu goda doktors, triju fizikas biedrību goda biedrs. Viņam bija draudzīgas attiecības ar A. Einšteinu, H. Lorencu, M. Planku, N. Boru, H. Kamerlingu-Onnesu, P. Ērenfestu un citiem. Aizrobežu zinātnieki labprāt apsprieda ar Jofi savas zinātniskās idejas, plānus, diskutēja. Viņš bija interesants un asprātīgs sarunu biedrs. Ārzemēs izcilaais zinātnieks bieži satikās un ilgi sarunājās ar Einšteinu, kas patiesi priecājās par viņa vizītēm. Vecīgais Lorencs, kurš bija vīlies dzīvē, stāstīja Jofem par savām šaubām, bet ar Šredingeru tika pārspriestas politiskās tēmas.

Ar sevišķu cieņu pret Jofi izturējās Pols Lanževēns un Marija Kirī. Jofe bija tās zemes sūtnis, kurai viņi ļoti simpatizēja. Lanževēns parasti runāja ar Jofi kā ar savu domu biedru.

Dažreiz bija arī citādi. Tā, piemēram, divdesmitajos gados vācu fizikāis Lenards, kas vadīja Radioloģijas institūtu Heidelbergā, nepieņēma Jofi un atsūtīja sargu, kas paziņoja: «Slepenpadomnieka kungs liek pateikt, ka viņam ir svarīgākas darīšanas, nekā pieņemt viņa tēvzemes ienaid-

niekus.» Lenards vēlāk kļuva par dedzīgu hitlerieti, kurš vajāja Einšteinu, bet, kad tika sarakstīta «Vācu fizika», izsvītroja no tās visus «neāriešu» un «nevācu» terminus. Savā naidā pret visu «neārisko» viņš nonāca pat tiktāl, ka pasaulslaveno Einšteina formulu ($E=mc^2$) piedēvēja austrietiim Hāzenērlam.

Trīsdesmitajos gados sākās mūsu zemes industrializācija, kas izvirzīja fizikai jaunus uzdevumus. Radās nepieciešamība izveidot fizikas un tehnikas institūtu tiklu. Ar Jofes līdzdalību tādus institūtus nodibināja Harkovā, Dņepropetrovskā, Tomskā, Sverdlovskā, bet vēlāk arī citos rūpniecības centros. Pavisam tika izveidoti 16 institūti. Jofe nosūtīja tur strādāt savus visspējīgākos skolniekus, sistemātiski interesējās par viņu darbu, palīdzēja viņiem. No Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūta aizgājušo zinātnieku vietā nāca jaunatne. Tā radās veselas Jofes skolnieku paaudzes. Te varam minēt vairāk nekā desmit akadēmiķu (A. Aleksandrovs, A. Aļihanovs, L. Arcimovičs, P. Kapica, I. Kikoins, G. Kurdjumovs, I. Kurčatovs, L. Landaus, P. Lukirskis, N. Semjonovs u. c.) un dažus desmitus zinātņu doktoru.

1930. gadā pēc Abrama Jofes ierosinājuma no Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūta izveidoja trīs atsevišķus institūtus: Fizikas un tehnikas institūtu, par kura direktoru palika Jofe, Elektrofizikas institūtu, kuru vadīja A. Černiševs, un Ķīmiskās fizikas institūtu ar N. Semjonovu priekšgalā. Sākumā tas bija institūtu kombināts, kuru vadīja A. Jofe, bet, sākot ar 1936. gadu, šie institūti kļuva pilnīgi patstāvīgi.

Abrams Jofe bija apveltīts ar neparastām spējām izjust jauno, ar prasmī pārdzēt zinātnes un tehnikas attīstības gaitu tālā nākotnē. Tāda zinātniska paredzējuma rezultāts bija trīs galveno novirzienu — kodolfizikas, polimēru un pusvadītāju fizikas — attīstība Fizikas un tehnikas institūtā. Visa tā iedvesmotājs bija Jofe. Viņš bija pilnīgi pār-

liecināts, ka mācībai par atoma kodolu jāpāraug patstāvīgā fizikas nozarē, un centās radīt visus nosacījumus, lai attīstītu šo zinātnes nozari. Pētījumus kodolfizikas jomā vadīja Jofes skolnieki I. Kuščatovs, L. Arcimovičs, G. Fļerovs un citi, un tika iegūti lieliski rezultāti. Pirmais PSRS lieljaudas ciklotrons tika uzbūvēts Jofes vadītajā institūtā ar viņa līdzdalību. 1932. gadā viņš ierosināja izveidot jaunu institūtu, kurā fizikas pētījumu metodes tiktu izmantotas lauksaimniecības problēmu risināšanā. A. Jofes vadībā tika izveidots pasaulē vienīgais Agrofizikas institūts, kuru viņš vadīja līdz mūža beigām.

Kara sākumā Fizikas un tehnikas institūtu evakuēja uz Kazaņu, bet daļa līdzstrādnieku ar P. Kobeko priekšgalā palika Ļeņingradā, lai risinātu neatliekamus uzdevumus. Tā, piemēram, bija jāaprēķina Ladogas ezera ledus izturība, jo pāri šim ezeram gāja «dzīvības ceļš». Evakuācijā A. Jofes vadītais institūts un viņš pats strādāja tikai frontes vajadzībām. Abrams Jofe vadīja tanku bruņu uzlabošanas darbu. Tai pašā laikā pēc viņa iniciatīvas tika radīti katliņi, kuru dibenos bija iebūvēti termoelementi, kas apgādāja ar elektroenerģiju partizānu rāčijas. Skarbajās 1942. gada dienās A. Jofe kļuva par Komunistiskās partijas biedru.

1945. gadā Fizikas un tehnikas institūts atgriezās Ļeņingradā. Institūta darba pamatvirzieni palika iepriekšējie, bet pats Jofe pievērsās pusvadītāju fizikas problēmām. Pusvadītāji interesēja viņu sen, kopš 1931. gada. Toreiz tās bija vienkārši vielas ar kaut kādām nenoteiktām elektriskām īpašībām. Bet zinātnieks jau tad paredzēja pusvadītāju nozīmi un to izmantošanas iespējas.

1950. gadā Jofi atbrīvoja no institūta direktora pienākumiem. Taču Jofe nespēja aiziet no iemīļotā darba. Viņš turpināja strādāt vēl intensīvāk: sacerēja rakstus, grāmatas, vadīja seminārus. Tā pagāja gandrīz pusotra gada. Beidzot, pateicoties draugu milzīgajai neatlaidībai un palīdzī-

bai, zinātnieks saņēma atļauju organizēt pusvadītāju laboratoriju. Aprīnījamais optimists, garā stiprais zinātnieks, kurš dedzīgi mīlēja zinātni, isā laikā prata gandrīz bez iepriekšējās materiālās bāzes izveidot laboratoriju. Viņš pārveda uz turieni personisko bibliotēku, jo nebija vajadzīgās literatūras un rokasgrāmatu. 1954. gadā uz pusvadītāju laboratorijas bāzes pēc A. Jofes iniciatīvas tika izveidots Pusvadītāju institūts, par kura direktoru viņš kļuva.

Sevišķi atsaucīgs zinātnieks bija pret jaunatni. Viņam piemita īpašs talants — atrast apdāvinātus cilvēkus un palīdzēt tiem.

Stāsta, ka divdesmitajos gados, kad jaunie krievu fiziķi devās praksē uz ārzemēm, Jofe viņiem teicis: «Ja jums nepietiks ar to naudu, kuru jūs saņēmat, tur dabūsit vēl.» Nejauši izdevās uzzināt, ka nauda, ko saņēma «tur», bija Abrama Jofes honorārs par ārzemēs nolasītajām lekcijām, kuru viņš bija atstājis atbraucošās jaunatnes vajadzībām.

Zinātnieks vienmēr dzīvi atbalstīja jaunus pasākumus. Jaunatnes radošo izaugsmi viņa vadītajā institūtā ievērojami sekmēja atmosfēra, kas tur valdīja. Akadēmiķis, kas vienmēr bija jaunu ideju pārpilns, prata aizrauties ar idejām, atbalstīt iesācēju pat tādos gadījumos, ja tas gribēja strādāt pie tēmas, kas nebija tieši saistīta ar institūta darba profilu.

Jofe nekad ar savu autoritāti nedomāja skolniekus un līdzstrādniekus, bija vienkāršs, atsaucīgs. Abrama Jofes lieliskās rakstura īpašības, asais prāts, pieredze vienmēr izraisīja apkārtējo draudzīgu attieksmi pret viņu. Ne velti Lorencs, tiekoties ar Jofi, dalījās ar viņu savās visapslēptākajās domās; Einšteins, kurš nemīlēja spēlēt uz vijoles svešu klātbūtnē, labprāt viņam spēlēja, bet Rentgens uzskatīja Abramam Jofi par «savu zinātnisko ideju turpinātāju, viņa gaumes cienītāju».

Viņš bija dzīvespriecīgs, asprātīgs, ļoti interesējās par

literatūru, mūziku, retiem augiem. Taču visvairāk Jofe mīlēja pētnieka darbu, zinātņi, fiziku. Neraugoties uz milzīgo zinātnisko un organizatorisko darbu, viņš vienmēr palika nenogurdināms pētnieks. Veiksmīgs eksperiments, ierīces, kas darbojās bez traucējumiem, aizvien uzlaboja viņa garstāvokli.

A. Jofes devums zinātnē ir ļoti liels. Daudzus zinātnieka pētījumus plaši izmanto tehnikā. Viņu visvairāk interesēja cietvielu fizika. Savā pirmajā disertācijā Jofe pētīja kvarca kristāla mehānisko un elektrisko īpašību saistību. Viņš secināja, ka elastīgā pēcdarbība var eksistēt tikai haotiski veidotos ķermeņos, bet nevis kristālos. Taču kvarca deformācijas procesā rodas elektriskie lādiņi, kas lēnām izzūd, jo kvarcam tomēr piemīt neliela elektrovadītspēja. Šie lādiņi tad arī rada papildspēkus, kas uztur elastīgo deformāciju pēc slodzes noņemšanas. Tātad, ja mēģinātu likvidēt radušos lādiņus, tad nebūtu arī deformācijas.

Zinātnieks vispirms apstaroja kvarca kristālu ar rentgenstariem, bet pēc tam ar redzamo gaismu. Rezultātā kvarca elektrovadītspēja pieauga un pēcdarbība izzuda. Šiem pētījumiem bija liela nozīme pjezoelektriskā efekta izpratnē. Tagad šos pētījumus izmanto, lai radītu ultraskaņas viļņu pjezoelektriskos generatorus.

Minhenē aizsāktos dielektriķu kristālu īpašību pētījumus A. Jofe turpināja arī vēlāk Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūtā, kur tālāk attīstīja Lauess un Borna pētījumus. «Borna formālo režģu teoriju es centos piepildīt ar fizikālu saturu,» izteicās Abrams Jofe.

Kopā ar līdzstrādnieku kolektīvu A. Jofe pētīja dielektriķu augstsprieguma polarizācijas mehānismu, kā arī svešu atomu piemaisījuma lomu, elektrisko izturību un tās izmaiņas siltuma un elektriskās caursites gadījumā. Tas viss ļāva vēlāk izveidot jaunu izolācijas materiālu sēriju (stirolu, eskaponu, acetilcelulozi). Pētījumi kļuva zināmi tālu aiz zi-

nātnieka laboratorijas. Radās jauna zinātnes nozare — dielektriķu fizika.

Pētot kristālu, kas pakļauts pieaugošai slodzei, tika konstatēts, ka, tiklīdz slodze pārsniedz noteiktu robežu, kristāls sadalās atsevišķos blokos, kas vērsti cits pret citu, bet nezaudē izturību un paliek kā viens vesels. Šie pagriezieni notiek pa noteiktu plakni. Tika ievērots, pie kādas slodzes sākas kristāla daļu nobīde un pagriezieni. Izrādījās, jo augstāka temperatūra, jo mazāka ir šī slodze. Pētot cietvielu mehānisko izturību, Jofe pierādīja, ka tā ir atkarīga no parauga virsmas stāvokļa. Ja uz ķermeņa virsmas ir plaisas, kas nav saredzamas ar aci, tās simtām reižu samazina izturību uz stiepi. Pārraušana sākas ar mazu plaisiņu, kas turpmāk izraisa materiāla sabrukšanu.

Mēģinājumos akmeņsāls lodi, kam piemita maza izturība uz stiepi, ievietoja ūdenī, kurā tās stipri saplaisājusī virsējā kārtā izšķīda; pēc tam lodi ievietoja izkausētā svinā. Kaut arī kristālā radās lieli spriegumi, kas ievērojamī pārsniedza parasto izturības robežu, tomēr paraugs nesabruka. Iegūtie rezultāti ļāva izstrādāt jaunas cietvielu izturības paaugstināšanas metodes. Visi citu zinātnieku darbi, kas veltīti plastisko deformāciju pētījumiem, papildināja šos atzinumus tikai ar atsevišķām detaļām.

Laika posmā no 1910. līdz 1911. gadam A. Jofe pētīja katodstarus un pierādīja, ka tiem apkārt ir magnētiskais lauks. Šie pētījumi apliecināja, ka katodstari ir elektronu plūsma. Jau 1883. gadā Herces nesekmīgi centās pierādīt, ka katodstaru kūlis ir ekvivalents strāvai. A. Jofe pirmais pārvarēja šī eksperimenta grūtības un ne tikai konstatēja, bet arī izmērīja katodstaru magnētisko lauku.

Laikā no 1912. līdz 1913. gadam Jofe veica ļoti precīzus eksperimentus, lai izpētītu gaismas kvantu dabu. Viņš apstaroja ar rentgenstariem puteklīti, kas bija līdzsvarots starp kondensatora klājumiem, un konstatēja, ka elektrons

izlido no putekliša tikai pēc tam, kad bija absorbējis vienu starojuma (fotona) porciju. Šis eksperiments, kuru vēlāk aprakstīja visās fizikas mācību grāmatās, apstiprināja starojuma kvantu raksturu.

Daudzus savas dzīves gadus A. Jofe veltīja pusvadītāju pētīšanai. «Var droši teikt, ka pusvadītāji ražošanas tehnikā izdaris tikpat nozīmīgu revolūciju kā atoma kodola dalīšana,» rakstīja zinātnieks. Pateicoties Jofes darbiem, pusvadītāji stabili ieviesās tehnikā un sadzīvē.

Abrams Jofe konstatēja, ka ķīmiskie piemaisījumi stipri ietekmē pusvadītāju elektriskās īpašības. Tika pierādīts, ka iespējami divi — elektronu un caurumu — pusvadītāju elektrovadītspējas veidi. Elektronu vadītspēja saistīta ar elektronu pārpilnību, kuri kristāliskajā režģī nokļūst ar piemaisījuma atomiem, caurumu vadītspēja — ar elektronu iztrūkumu, ar «caurumiem». Kombinējot vielas ar dažādiem elektrovadītspējas mehānismiem, var iegūt pusvadītāju taisngriežus un pastiprinātājus. Zinātnieks izstrādāja arī metodes, kā attīrīt pusvadītājus no kaitīgiem piemaisījumiem un iegūt supertīrus pusvadītājus, kas saturētu tikai procenta desmitmiljono daļu kaitīgo piemaisījumu.

Laika posmā, kas aptver 1937. un 1938. gadu, A. Jofe kopā ar līdzstrādniekiem pētīja maiņstrāvas taisngriešanu ar pusvadītājiem. Pēc daudziem nesekmīgiem mēģinājumiem viņi noskaidroja pusvadītāju taisngriešanas fizikālo būtību. Izrādījās, ka uz parauga robežas izveidojas īpašs sprosts-lānis. Kad spriegums pielikts caurlaišanas virzienā, elektroni un «caurumi» robežas abās pusēs virzās viens otram pretīm un pretestība ir maza. Ja sprieguma virziens ir pretējs, elektroni un «caurumi» attālinās cits no cita, slānī strāvas nesēji samazinās un pretestība strauji palielinās.

Visas ierices, kas gaismu pārvērta elektrībā, Jofi interesēja pēc to enerģētiskajām iespējām. Vadītspējas mehānisma atklāšana deva iespēju palielināt šo ierīču lietderības

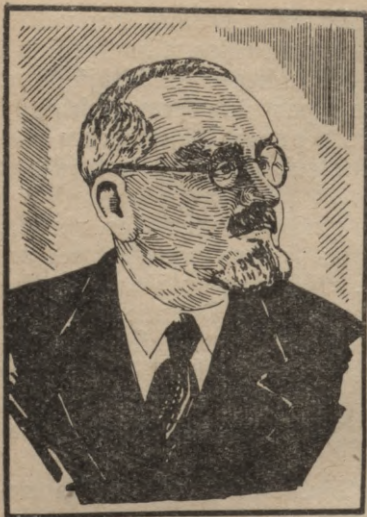
koeficientu. Pamatojoties uz zinātnieka darbiem, kas veltīti termoelektriskajām parādībām pusvadītājos, tika izveidoti termoelektroģeneratori, kā arī pusvadītāju saldētājerīces.

1949. gadā A. Jofe izvirzīja ideju par tāda termoelektriska ģeneratora izveidošanu, kurā cieta pusvadītāju varētu aizstāt ar gāzveida vidi. Tādas konstrukcijas tika izstrādātas daudzās zemēs.

A. Jofe vienmēr bija fizikas zinātnes pirmajās rindās. Viņu interesēja ne tikai atsevišķas fizikas nozares, bet arī tās vispārējie attīstības virzieni. «Mūsu skolotājs,» rakstīja akadēmiķis N. Semjonovs un profesors J. Dorfman, «vienmēr centās iedegt jauno zinātnieku sirdīs entuziasmu, ieinteresēt viņus ne tikai par savu šauru specialitāti, bet arī par fiziku vispār, iemācīt viņus plaši kolektīvā apspriest sava darba rezultātus un visievērojamākos pasaules zinātnes sasniegumus.»

Padomju tauta augstu novērtējusi izcilā zinātnieka nopelnus. Akadēmiķis Jofe apbalvots ar diviem Ļeņina ordeņiem, viņš ir Valsts prēmijas laureāts, 1955. gadā viņam piešķirts Sociālistiskā Darba Varoņa nosaukums, taču Ļeņina prēmija, kuru viņam 1961. gadā pēc nāves piešķīra par teorētiskajiem un eksperimentālajiem pusvadītāju īpašību pētījumiem un termoelektrisko ģeneratoru teorijas izstrādāšanu, ir viņa zinātnisko nopelnu augstākais novērtējums.

Jofe nodzīvoja garu mūžu. Viņš nomira dažas nedēļas pirms savas astoņdesmit gadu jubilejas, kuru padomju zinātnieku saime gatavojās plaši atzīmēt. Jubilejas raksti kļuva par nekroloģiem. Viņš aizgāja no dzīves pēkšņi 1960. gada 14. oktobrī.



PIE PADOMJU OPTIKAS ŠŪPUĻA

Dmitrijs Roždestvenskis
(1876—1940)

Ievērojamais padomju zinātnieks optiķis Dmitrijs Roždestvenskis pieder pie tiem zinātniekiem, kas vienmēr tiecas izziņāt jauno, neizpētīto, saskatīt zinātnes perspektīvas un meklēt tajā jaunus ceļus.

D. Roždestvenska bērnība un jaunība aizritēja Pēterburgā apstākļos, kas veicināja zinātnieka izaugsmi. Dmitrija tēvs bija tautskolas vēstures skolotājs un direktors. Pabeidzis 1894. gadā ģimnāziju ar sudraba medaļu, Roždestvenskis turpināja izglītību Pēterburgas universitātē. Jauneklis interesējās arī par dabas zinātnēm, taču, sākot ar otro kursu, par savu specialitāti izvēlējās fiziku. Studentam Roždestvenskim bija tuvas progresīvās krievu inteliģences noskaņas, viņš ar aizrautību piedalījās studentu streikos un sapulcēs.

1900. gadā Dmitrijs Roždestvenskis pabeidza universitāti ar pirmās pakāpes diplomu un tika atstāts augstskolā, lai sagatavotos profesūrai. Drīz viņš aizbrauca uz ārzemēm, kur sākumā strādāja Leipcigā pie ievērojamā vācu eksperimentētāja Vīnera, bet vēlāk Gīsenē pie optiķa Drudes. Ārzemēs viņš veica dažus patstāvīgus pētījumus par fluorescences ietekmi uz šķīdumu elektrovadītspēju, kā arī izpētīja metālu optiskās konstantes.

Uzturēšanās Vācijā ievērojami paplašināja jaunā Roždestvenska zinātnisko redzesloku un deva iespēju apgūt eksperimentētāja iemaņas. Šeit bija labi iekārtotas plašas laboratorijas, kuras vadīja ievērojami zinātnieki. Cariskajā Krievijā šādu apstākļu nebija. Pēterburgas universitātē būtībā pētniecības darbi fizikā netika veikti. Vajadzēja milzīgu neatlaidību, lai pats saviem spēkiem izcirstu ceļu zinātnē.

1903. gadā, atgriezies Krievijā, Roždestvenskis kļuva par Pēterburgas universitātes pasniedzēju un uzsāka patstāvīgu zinātnisku darbu, izvēloties par pētījumu objektu anomālo dispersiju nātrija tvaikos. Tas bija jauns, oriģināls pētījums tā laika zinātnes uzdevumu līmenī.

Lai izprastu Roždestvenska darbu jēgu un nozīmi optikas nozarē, jāzina, kādā attīstības pakāpē šī zinātne bija 20. gadsimta sākumā. Visās fizikas nozarēs, tajā skaitā arī optikā, valdīja elektronu teorija. Zinātnieki uzskatīja, ka mehānikas un elektrodinamikas likumus pilnībā var pielietot atoma iekšējo procesu pētīšanā. Tas bieži bija pretrunā ar eksperimentos iegūtajām atziņām, taču atteikties no šādiem uzskatiem bija grūti. Stāvoklis būtiski izmainījās tikai 1913. gadā, kad Bors izvirzīja jaunu atoma uzbūves teoriju. Raksturojot stāvokli, kāds bija optikā pirms Bora atklājuma, Roždestvenskis rakstīja: «Kopš aizvēsturiskiem laikiem līdz Bora teorijai... uzskatīja: lai arī kāda būtu atoma uzbūve, tas sastāv no kaut kādām smagām pozitīvām daļām un

viegliem, negatīvi lādētiem elektroniem; pēdējie saistīti pie atoma it kā ar gumijas saitītēm, atsperītēm vai elastīgiem spēkiem, no tā arī radies termins kvazielastīgie elektroni. No kvazielastīgo elektronu teorijas viedokļa gaismas dispersiju izskaidro ar elektronu uzspiestām svārstībām, ko izraisa uz tiem krītošā gaisma. Šo elektronu svārstību amplitūda ir atkarīga no krītošās gaismas frekvences. Tā kļūst vislielākā tai gadījumā, ja uzspiesto svārstību frekvence tuvojas elektronu pašsvārstību frekvencei (rezonanse). Ja tas ir tā, tad atomu var pētīt, svārstot elektronu ar gaismas viļņiem.»

Jau tajā laikā kļuva skaidrs, ka optika palīdzēs pētīt atomu un molekulu uzbūvi un tātad palīdzēs iedziļināties jaunā, ļoti nozīmīgā vielas uzbūves sfērā. Bet kā to izdarīt? Kā apstiprināt vai atspēkot atoma elektronu teoriju?

Jau 19. gadsimta otrajā pusē bija zināma šāda sakarība: jo mazāks gaismas viļņu garums, jo stiprāk tā tiek laužta caurspīdīgās vidēs. Tādu atkarību sāka saukt par normālo dispersiju.

Tomēr to frekvenču diapazonā, ko sevišķi labi absorbē viela, aina krasi mainās. Dispersija kļūst anomāla, laušanas koeficients, frekvencei augot, sāk samazināties. Anomālo dispersiju atklāja Kundts 1888. gadā.

Pētot dispersijas liknes raksturu absorbēšanas joslas tuvumā, var iegūt daudz vērtīgu atomus raksturojošu lielumu, kuru noteikšana ne tikai paplašina ziņas par matērijas uzbūvi, bet vienlaikus dod iespēju pārbaudīt elektronu teoriju. Taču rodas grūtības, jo pašus interesantākos datus iegūst, pētot dispersijas gaitu rajonā, kas ir ļoti tuvu absorbēšanas joslai, taču šeit pati absorbēšana apgrūtina novērošanu.

Tādējādi Roždestvenska izvēlētā tēma bija ļoti aktuāla, taču ārkārtīgi sarežģīta eksperimentālā ziņā. Pēc ilgām pārdomām un meklējumiem viņš atrada novērošanas metodi, kas vēlāk kļuva neparasti populāra un ieguva «āķu» meto-

des nosaukumu. Nav nevienas mūsdienu optikas mācību grāmatas, kurā tā nebūtu izklāstīta. Amerikāņu fiziķis Vuds nosaucis šo metodi par «asprātīgu, vērtīgu un lielisku». Tiešām tā bija simtām reižu jutīgāka par agrāk zināmajām metodēm. Visi zinātnieki, kas pētī anomālo dispersiju, vēl līdz šim laikam strādā pēc krievu fiziķa metodes.

«Āķu» metodes būtība ir šāda. D. Roždestvenskis kombinēja divas spektrālas ierīces: interferometru un spektrogrāfu. Interferometrā divu interferējošu staru kūļu ceļā, kas iegūti no nepārtraukta spektra avota, ievieto divas kivetes — vienā no tām atrodas pētījamais metāls. Lai iegūtu metāla tvaikus, šo kiveti sasilda. No otras kivetes izsūknē gaisu. Ja pirmā kivete nav sasildīta un tajā nav metāla tvaiku, tad interferometrs veidos uz spektrogrāfa spraugas tumšas un gaišas interferences joslas, kas ir perpendikulāras spraugai. Rezultātā nepārtrauktais spektrs ir iezīmēts ar gaišām un tumšām joslām.

Ja tagad kivetī sasilda tiktāl, ka tajā rodas pētījamā metāla tvaiki, tad šie tvaiki radīs papildu gājumu diferenci un interferences joslas pārvietosies par lielumu, kas ir proporcionāls šai papildu gājuma diferencei. Joslu pārvietojuma dēļ spektrogrāfā atveidojas dispersijas gaita visā pētījamā spektra daļā. Ja šajā spektra daļā atrodas kāda pētījamo tvaiku absorbcijas līnija, tad interferences joslas tās tuvumā izliecas un to izliekums attēlo laušanas koeficienta maiņu absorbcijas līnijas tuvumā.

Ar šīs metodes palīdzību var veikt precīzus kvantitatīvus mērījumus. Roždestvenskis ievietoja interferometra otrajā zārā plakanparalēlu stikla plāksniti, tad interferences joslas spektrogrāfā pārliecās un absorbcijas līnijas tuvumā izveidoja savdabīgus «āķus», kuru stāvokli noteica dispersijas lielums aplūkojamās absorbcijas līnijas tuvumā. Jo lielāka ir tvaiku dispersija līnijas tuvumā, jo tālāk no tās izveidojas «āķi».

Pētījumu procesā vajadzēja pārvarēt ne mazums grūtību, jo parādības pētišanas metodika bija pilnīgi jauna, bet eksperimentēšanas iemaņas radās pašā darba procesā. Zinātnieks pētījumus sāka 1903. gadā, bet pabeidza tos tikai 1909. gadā. Viņš izveidoja kvalitatīvu anomālās dispersijas pētišanas metodi un kvantitatīvi pārbaudīja gaismas un vielas savstarpējās iedarbības likumus.

Roždestvenskim izdevās pierādīt, ka formula, kas saista laušanas koeficientu ar gaismas frekvenci, ir pareiza. Šo formulu bija izrisinājis dispersijas teorijas autors Zelmeyers 1872. gadā, pamatojoties uz gaismas mehānisko teoriju. Par pētījumu rezultātiem tika ziņots Krievu fiziķu un ķīmiķu biedrībā. Tas bija ievērojams notikums zinātnes pasaulē.

Pirmajam darbam sekoja citi, un 1912. gadā D. Roždestvenskis aizstāvēja maģistra disertāciju, kas bija klasisks darbs eksperimentālajā optikā. Darba rezultāti bija cieši saistīti ar atoma teoriju attīstību.

Pienāca 1914. gads, sākās pirmais pasaules karš. Taču zinātnieki Kopenhāgenā, Kembridžā, Getingenā, Petrogradā turpināja atklāt atoma noslēpumus. Dažādu metālu tvaiku anomālās dispersijas pētījumi veidoja Roždestvenska doktora disertāciju, ko viņš aizstāvēja 1915. gadā. Viņa «āķu» metode ieguva vispārēju atzinību un izplatību. Krievu un ārzemju fiziķi veica mērijumus spektra redzamajā un ultravioletajā daļā, un tiem bija liela nozīme spektru kvantu teorijas pārbaudīšanā un precizēšanā.

Daudz vēlāk, jau 1939. gadā, Roždestvenskis atrisināja vēl sarežģītāku eksperimentālu uzdevumu. Viņš izpētīja grūti kūstošu metālu absorbcijas spektrus. Šim nolūkam vajadzēja ievietot interferometrā vakuuma krāsni, kas dod 3000° C lielu temperatūru. Sadarbībā ar N. Penkinu divu darbu gadu rezultātā Roždestvenskis izpētīja anomālo dispersiju hroma tvaikos.

D. Roždestvenska izveidotai «āķu» metodei bija liela nozīme turpmākajā atoma teorijas attīstībā. Tā izrādījās derīga daudzu atoma procesu raksturojošo lielumu mērīšanai. Vēlāk izrādījās, ka ar padomju zinātnieka metodi iespējams pārbaudīt Bolcmaņa likumu par atomu sadalījumu pēc enerģijām, kā arī formulu, kas izteic jonu koncentrāciju termiskajā jonizācijā. Vēl vairāk, izrādījās, ka ar «āķu» metodi var pētīt elektriskās izlādēšanās īpatnības gāzēs. Šādus pētījumus Ļeņingradas universitātē veica piecdesmitajos gados.

1915. gadā, kļuvis par Pēterburgas universitātes Fizikas institūta profesoru un vadītāju, D. Roždestvenskis organizēja optikas skolu. Jau laika posmā no 1910. līdz 1912. gadam Jofe, Ērenfests un Roždestvenskis rīkoja zinātnisku semināru ar nolūku iesaistīt talantīgāko jaunatni pētniecības darbā.

Dmitrijam Roždestvenskim bija sveša «tīrās» zinātnes ideja, viņš nespēja zinātni iedomāties bez praktiska pielietojuma. Kāda nozīme teorētiskajiem pētījumiem optikā, ja tie neveicina tehnikas un ražošanas attīstību?

D. Roždestvenskis ierīkoja Fizikas institūtā optikas darbnīcu, kurā izgatavoja ierīču optiskās daļas. Profesoram bija ne tikai ass prāts, bet arī lieliskas rokas, kas spēja veikt skaistu zinātnisku eksperimentu. Roždestvenskis sameklēja meistaru Aleksandrovu, uzaicināja viņu strādāt Fizikas institūtā un mācījās pie viņa stikla apstrādi.

Tagad mūsu optika ievērojami pārsniegusi pirmsrevolūcijas laika līmeni. Pat grūti iedomāties, cik ļoti mūsu zemes optikas zinātne kādreiz bija atkarīga no ārzemēm, pirmām kārtām no Vācijas. Krievijā neražoja brilles, ģeodēzijas instrumentus, fotoaparātus, mikroskopus, nemaz nerunājot par vēl sarežģītākām ierīcēm. Bet Vācija bija slavēna ar savu optisko rūpniecību, kuras lepnums bija Ceisa firma.

Nepieciešamību atbrīvoties no ārzemju atkarības Krievija asi izjuta pirmā pasaules kara sākumā. Nevar karot bez optiskā tēmekļa, bez binokļa. Taču iegūt optisko stiklu Krievijā neprata.

1915. gadā D. Roždestvenskim piedāvāja vadīt optiskā stikla ražošanas organizāciju. Tika nolemts uzbūvēt ceļu Petrogradas fajansa rūpniecībā. Izveidoja īpašu komisiju, kas brauca uz Angliju mācīties optiskā stikla ražošanas «noslēpumus». Ap D. Roždestvenski pulcējās grupa zinātnieku un inženieru — I. Grebenščikovs, A. Tudorovskis, N. Kačalovs, A. Ļebedevs, I. Obrejnovs, J. Jahontovs, G. Sļusarevs un citi. Vēlāk daži no viņiem kļuva par akadēmiķiem un izciliem padomju optiķiem. Šai nelielai grupai bija jāveic neparasti grūts uzdevums — jāizveido mūsu dzimtenes optiskā rūpniecība. Līdz revolūcijai tā izgatavoja 3 tonnas optiskā stikla un uzsāka optisko sistēmu aprēķināšanu.

Pēc Oktobra revolūcijas D. Roždestvenskis uzreiz nostājās tās pusē. Sis universitātes profesors ar vērīgajām, mazliet ironiskajām acīm un lielo pieri, dzīvodams izsalkušajā un aukstajā Petrogradā, stingri ticēja, ka tagad sāksies jauns laikmets. Viņš vienmēr bija vēlējies, lai zinātne kalpotu tautai, un saprata, kādas iespējas tai atklāj jaunā iekārta. Padomju valsts pastāvēšanas pirmajā gadā, pilsoņu kara un intervences apstākļos Dmitrijs Roždestvenskis izstrādāja optikas institūta — jauna tipa kompleksas iestādes izveidošanas plānu, kurā zinātniskie pētījumi cieši saistītos ar to praktisko izmantošanu.

1918. gadā nodibināja Valsts optikas institūtu. Par tā direktoru kļuva D. Roždestvenskis. Sis zinātniskās iestādes pamatā bija neliela optikas laboratorija. Lielas grūtības gaidīja institūta dibinātājus. Nebija telpu, iekārtas, cilvēku, bieži vien dzisa gaisma, un tomēr institūts strādāja. Roždestvenskis vēroja jaunus studentus, izvēlējās visspējīgākos. Tā institūta parādījās Foks, Gross, Tereņins, Prokof-

jevs, Frišs un citi. Mūsdienās šie vārdi plaši pazīstami ne tikai Padomju Savienībā, bet arī ārzemēs. Roždestvenskis piedalījās pirmās optisko piederumu rūpnīcas atklāšanā un faktiski vadīja visas jaunās optiskās rūpniecības nozares. Ar lielu entuziasmu Optikas institūta nelielais kolektīvs kopā ar rūpnīcas kolektīvu strādāja pie optiskā stikla ražošanas metožu uzlabošanas. Bija gan bezmiega nakts, kad rūpnīca nevarēja atbrīvoties no «knišļa» (sīks pūslītis stiklā, kas nepadevās nekādai iedarbībai), gan citas neveiksmes, taču neatlaidīgā darba rezultātā jau 1927. gadā valsts pārtrauca optiskā stikla importēšanu.

Valsts optikas institūts D. Roždestvenska vadībā pārvērtās par optikas zinātnes centru. Tur tika risināti fizikālās optikas svarīgākie teorētiskie un eksperimentālie jautājumi; tika aprēķinātas optiskās sistēmas, veikti darbi gaismas tehnikā utt. Sākumā Valsts optikas institūts aizņēma Leņģingradas universitātes Fizikas institūta 14 istabas. Vēlāk tas kļuva par patstāvīgu zinātnisku iestādi. Tagad tas ir viens no labākajiem un lielākajiem pētniecības institūtiem pasaulē. Tajā tiek risināti teleskopijas, mikroskopijas un fotooptikas vissarežģītākie uzdevumi, kā arī dziļi pētītas teorētiskās problēmas.

Anomālās dispersijas pētījumi ir tikai daļa no D. Roždestvenska lielā devuma optikas nozarē. Viņa zinātniskā darbība nebija šauri eksperimentāla. Viņš interesējās par atomu uzbūves teoriju un spektrālām likumsakarībām kopumā. Galvenos pētījumus spektru teorijā kopā ar skolnieku grupu zinātnieks veica laika posmā no 1918. līdz 1923. gadam.

1919. gadā Valsts optikas institūta pirmās gadadienas svinībās Roždestvenskis nolasīja referātu «Spektrālā analīze un atomu uzbūve», kurā tika aplūkotas atoma uzbūves un līnīspektru struktūras galvenās idejas. Jāņem vērā, ka tai laikā Padomju Krievija atradās pilnīgā izolācijā, un

zināšanas par atomu un spektru uzbūvi, kas nokļuva mūsu zemē, bija visai nabadzīgas. Krievu zinātnieki nezināja, ar ko nodarbojas Einšteins, Rezerfords, Planks, pie kādiem jauniem slēdzieniem nonācis Bors. Roždestvenskis šai laikā strādāja sevišķi intensīvi. Ļoti traucēja tas, ka nebija sarkaru ar ārzemju zinātniekiem, nebija zinātnisko žurnālu, kurus viņš bija paradis lasīt.

Roždestvenskis zināja, ka elementu spektros eksistē līniju sērijas, kuras var apvienot ar vienu formulu, kas ļauj aprēķināt visu sēriju līniju viļņu garumus. Ilgu laiku spektrālās sērijas neprata izskaidrot teorētiski. To paveica, pamatojoties uz Bora kvantu teoriju, bet tikai attiecībā uz ūdeņraža atomu. Roždestvenskis bija iecerējis savus pētījumus, lai tālāk attīstītu Bora uzskatus par atomu dabu. Vispirms viņš izskaidroja sārmu metālu atomu īpatnības, bet pēc tam arī citu elementu īpatnības un deva virkni fundamentālu atzinumu spektru teorijā. Īsumā tos var apkopot šādi. Spektra struktūru nosaka valences elektronu kustība, spektrālo līniju sašķelšanās magnētiskajā laukā var izskaidrot ar atomiem piemītošajām magnētiskajām īpašībām. Zinātnieks izskaidroja arī litija, dzīvsudraba, neona un magnija atomu uzbūvi.

Kad vēlāk Krievijā kļuva pazīstami ārzemju zinātnieku darbi, izrādījās, ka līdzīgas idejas bija izteikuši daudzi ievērojamākie Eiropas fiziķi un tās uzskatāmas par fundamentāliem atklājumiem. Kopā ar D. Roždestvenski pie šiem jautājumiem strādāja virkne viņa skolnieku. Tāpēc blokādes gados padomju spektroskopija nemaz neatpalika no aizrobežu spektroskopijas un zināmā mērā pat apsteidza to. Raksturojot šo periodu, Dmitrijs Roždestvenskis sacīja: «Kaut tas pats vienlaikus tika paveikts arī ārzemēs un tikai blokādes dēļ nebija zināms mums un kaut arī nākotne parādīja, ka daudz ko vajag izlabot un pārveidot, tomēr tas bija neaizmirstams spraiga darba laiks, kur katrs solis tuvināja

jaunajam un katra kustība uz priekšu apstaroja ar jaunu gaismu iepriekšējo.» Tā bija jaunās padomju zinātnes, Roždestvenska skolnieku kolektīva spēku pārbaude. Sevišķi nozīmīgi, ka tādus panākumus kvantu mehānikas izstrādāšanā padomju zinātnieks guva tai laikā, kad daudzi aizrobežu fiziķi izturējās pret to visai skeptiski.

Šiem jautājumiem Roždestvenskis pievērsās vairākkārt, bet viņa skolnieki A. Tereņins, J. Gross, V. Čulanovskis un S. Frišs veica ļoti interesantus pētījumus spektroskopijā, kas plaši pazīstami aiz mūsu zemes robežām.

Roždestvenskis ir uzrakstījis veselu sēriju darbu praktiskās optikas nozarē, kas veltīta mikroskopa teorijai. Šeit zināma loma bija viņa interesei par bioloģiju jaunībā. Viņš daudz strādāja ar mikroskopu, tādēļ aplūkoja šo ierīci gan kā teorētiķis, gan kā praktiķis. Mikroskopijai D. Roždestvenskis veltījis trīs darbus. Divos no tiem tiek apskatīta mikroskopa koherentā un nekoherentā apgaismojuma nozīme, dota attēla veidošanās difrakcijas teorija, trešajā ieteikts apgaismošanas sistēmu konstruēšanas princips. Šie darbi nav novecojuši arī mūsdienās, jo tiem ir liela nozīme sakarā ar augošo interesi par gaismas koherences jautājumiem.

Nevar nepieminēt lielo darbu, ko zinātnieks veicis, pārkartojot fizikas mācīšanu universitātē. Roždestvenskis labi redzēja, ka fizikas un matemātikas fakultāšu mācību plāns sastādīts tā, ka fizikas mācīšana stipri atpaliek no modernās zinātnes. Parasti fiziķi, ģeofiziķi, ģeodēzisti, astronomi, mehāniķi, matemātiķi tika apmācīti fizikas un matemātikas fakultātes matemātikas nodaļā. Nepieciešamās zināšanas matemātikā fiziķi ieguva ļoti vēlu, vecākajosursos, tas neļāva viņiem, klausoties teorētisko kursu, studēt nodaļas, kas skar moderno fiziku.

Roždestvenskis uzskatīja, ka nepieciešams izveidot universitātē īpašu fizikas nodaļu. Pēc viņa iniciatīvas nākamo

fiziķu apmācīšanu radikāli pārkārtoja. 1919. gadā tika atvērta fizikas nodaļa. Zinātnieks pats sagatavoja jaunā mācību plāna projektu, paredzot mācību sākumā īpašus matemātikas kursus fiziķiem. Šo plānu plaši apsprieda liela autoritatīva komisija, kura pēc dzīvām debatēm to atbalstīja. Ievērojamie matemātiķi A. Krilovs un V. Smirnovs daudz palīdzēja, lai izveidotu nākamajiem fiziķiem īpašu matemātikas kursu. Tādējādi uzlabojās studentu sagatavotība un bija iespējams lasīt modernās fizikas kursus: statistiku, kvantu teoriju, atoma uzbūvi utt. Vēlāk šādi pārkārtojumi tika ieviesti arī Politehniskajā institūtā un Maskavas universitātē. Fiziķu sagatavošanas pamatprincipus, ko izstrādāja Roždestvenskis, ar panākumiem izmanto arī mūsdienās.

Roždestvenskim pašam nebija liela pedagoģiska slodze. Taču viņš neparasti rūpīgi gatavojās nodarbībām, daudz laika veltījot literatūras izvēlei, jaunu eksperimentu izdomāšanai un ierīču izgatavošanai. Viņa lekcijas bija ļoti saturīgas. Divdesmitajos gados, pārslogots ar zinātnisko un administratīvo darbu, D. Roždestvenskis pārtrauca lasīt lekcijas un turpināja vadīt tikai zinātniskos seminārus.

1932. gadā D. Roždestvenski pēc personiska lūguma atbrīvoja no Valsts optikas institūta direktora pienākumiem, taču viņš turpināja vadīt institūta zinātnisko sektoru. Šai periodā viņš sarakstīja galvenos darbus optiskajā tehnikā, atkal atsāka anomālās dispersijas pētīšanu un līdz pašai nāvei 1940. gadā veica intensīvu zinātnisku un pedagoģisku darbu.

Izcilais zinātnieks, organizators un pedagogs atstājis neizdzēšamas pēdas padomju zinātnē. Pašas raksturīgākās zinātnieka īpašības vislabāk formulējis profesors K. Baumgarts, kas viņu labi pazinis. Viņš rakstīja: «Attiecībās ar cilvēkiem Dmitrijs Sergejevičs bija atklāts un mazliet paass, stūrgalvīgs un valdonīgs, spriedumos dažkārt para-

doksāls. Taču visus viņa trūkumus ar uzviju kompensēja virkne pozitīvo īpašību, viņa lielais godīgums un vīrišķība. Vienmēr varēja ticēt, ka viņš domā tieši tā, kā runā... Pret saviem līdzstrādniekiem Dmitrijs Sergejevičs izturējās ļoti uzmanīgi, ar lielu maigumu. Viņš bija ne tikai īsts zinātnieks, bet arī īsts cilvēks.»



PADOMJU ZINĀTNES VIRZĪTĀJS

Sergejs Vavilovs
(1891—1951)

Maskavas komercskolas audzēkni Sergeju Vavilovu nevaldzināja perspektīva vēlīt savu mūžu komerciālām lietām. Viņu ar nepārvaramu spēku saistīja dabas noslēpumi. Jau agrā bērnībā viņš pārsteidza tuviniekus ar dažādu augu un dzīvnieku nosaukumu zināšanām. Kad 1901. gadā desmitgadīgais Serjoža sāka mācīties komercskolā, viņa interese par dabas zinātnēm bija pilnīgi nostabilizējusies. Liela loma šeit bija vecākā brāļa Nikolaja ietekmei, kurš pirmais no visiem Vaviloviem izvēlējās dabas pētnieka karjeru un vēlāk kļuva ievērojams biologs, akadēmiķis. Vispār visi Ivana un Aleksandras Vavilovu bērni kļuva par dabas pētniekiem: Aleksandra — par ārsti, Lidija — par mikrobiologu, Sergejs — par fiziķi. Šajā materiāli nodrošinātajā,

bet vienkāršajā un pieticīgajā ģimenē bērniem tika dota iespēja brīvi attīstīt savas spējas. Tēvs, Ivans Vavilovs, bija cēlies no zemniekiem. Viņš ieņēma augstu komerciālu amatu Prohorovu fabrikā «Trehgornaja manufaktūra». S. Vavilovs rakstīja par savu tēvu: «Viņš bija gudrs cilvēks, pilnīgs autodidakts, taču daudz lasīja un rakstīja un, bez šaubām, bija intelīgents cilvēks. Acīm redzot, viņš bija lielisks organizators, viņa «lietas» vienmēr bija kārtībā, viņš bija drosmīgs, nebaidījās no jauniem pasākumiem. Sabiedrīks darbinieks, liberālis, īsts patriots... Viņu mīlēja un cienīja. Citos apstākļos viņš būtu kļuvis par labu inženieri vai zinātnieku.»

Ivans Vavilovs ļoti drīz pārliecinājās, ka dēli nebūs viņa darba turpinātāji, tādēļ neliedza viņiem iet savu ceļu. Māte Aleksandra, lieliska saimniece, gudra un darbīga sieviete, visu sevi atdeva ģimenei, bērniem, un bērni ļoti mīlēja viņu. Sergejs visu mūžu izturējās pret māti ar lielu uzmanību un mīlestību. Pat tad, kad viņam jau bija sava ģimene, Sergejs gandrīz ik dienas gāja pie mātes, bet vēlāk, kaut arī bija ļoti aizņemts darbā, neaizmīrsa apmeklēt viņu katru nedēļu. Brāļi Nikolajs un Sergejs, neraugoties uz vecuma un rakstura atšķirībām, bija ļoti draudzīgi, to savstarpējā garīgā tuvība labvēlīgi ietekmēja abus.

Maskavas komercskolā, kurā mācījās Sergejs, atšķirībā no citām vidējām mācību iestādēm bija labi nostādīta dabas zinātņu mācīšana. Te bija lieliski iekārtoti kabineti, ļoti labs pasniedzēju kolektīvs. Bet Sergejam visa tā bija par maz. Mājās viņš iekārtoja vienkāršu laboratoriju fizikas un ķīmijas mēģinājumiem, ne vienreiz vien sarūgtinot māti ar sadedzinātām biksēm vai sabojātu kastrolī.

Skolas gados Sergejs nodarbojas ar ķīmiju, lasa rakstus par bioloģiju, aizraujas ar dzeju, glezniecību, viņam ir izcilas literāras dotības. Bez tam viņš mājās apgūst itāliešu

un latīņu valodu. Latīņu valodu viņš apgūst tik pilnīgi, ka vēlāk brīvi tulko Lukrēciju un Ņūtonu. Jauneklis mīl vākt retas grāmatas, bieži klejo pa Maskavas grāmatu tirgiem, meklējot interesantus izdevumus.

Pabeidzis skolu un nokārtojis papildu eksāmenu latīņu valodā, Sergejs Vavilovs 1909. gadā iestājas Maskavas universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē. Šai laikā universitātē strādāja lieliskie krievu zinātnieki un lektori — matemātiķi B. Mlodzejevskis, D. Jegorovs, N. Luzins, mehāniķi N. Žukovskis un S. Capligins, astronomi V. Ceraskis un S. Blažko, botāniķis K. Timirjazevs, ķيميķi N. Zeļinskis un I. Kablukovs, fiziķi N. Umovs, A. Eihenvalds un P. Ļebedevs.

Sergejs Vavilovs ļoti drīz izcēlās savu biedru vidū ar neatlaidību, mīlestību uz zinātņi un organizatoriskajām spējām. Jau 1910. gada janvārī XII Viskrievijas dabas pētnieku un ārstu kongresā pirmā kursa students Vavilovs bija fizikas sekcijas vadītāju vidū. Kongresā piedalījās arī Nikolajs un Lidija Vavilovi. Fizikas sekcijā P. Ļebedevs nolasīja referātu «Par gaismas spiedienu uz gāzēm». Izcilā zinātnieka pētījumi bija sensācija zinātnes pasaulē. Neparasti sarežģītie eksperimenti bija noveduši zinātnieku pie lieliska atklājuma. Jaunais Vavilovs alkātīgi klausās Ļebedeva referātu. Viņš lolo sapņi kļūt par ievērojamu zinātnieka skolnieku. Pirmā kursa studentam tas nav viegli, taču Sergejs neatlaidīgi strādā fizikas praktikumā, risina daudz uzdevumu, pārbaudot savas eksperimentētāja spējas. Šai laikā Ļebedeva laboratorijā rodas vairākas vakantas vietas, un Ļebedeva palīgs P. Lazarevs jaunekli pieņem. Sergejs ir laimīgs. Viņš var jebkurā laikā strādāt laboratorijā un ik nedēļas apmeklēt Ļebedeva kolokvijus, kas piesaista ne tikai fiziķus, bet arī citu nozaru zinātniekus.

Taču laime nebija ilga. 1911. gadā universitātē uzliesmoja studentu nemieri. Protestējot pret cara valdības re-

akcionāro politiku, universitāti atstāja labākie profesori, aizgāja arī P. Ļebedevs.

«Ļebedeviešiem» pienāca grūtas dienas. 1912. gada martā nomira Pjotrs Ļebedevs, taču viņa skolnieku kolektīvs neizira. No tā neaizgāja arī Sergejs Vavilovs. Ļebedeva pagrabā viņš turpināja pētīt krāsu izbalēšanu siltuma ietekmē. Viņa pirmo zinātnisko darbu publicēja, un tā autors saņēma zelta medaļu. Tieši 1912. gadu Sergejs Vavilovs uzskatīja par savas zinātniskās darbības sākumu.

1914. gadā Sergejs Vavilovs pabeidza Maskavas universitāti un saņēma pirmās pakāpes diplomu. Viņš nevēlējās palikt universitātē, kur, viņa vārdiem izsakoties, «profesoru vietā sākuši uzstāties policijas pristavi».

Tai pašā gadā Vavilovs brīvprātīgi iestājās sapieru bataljonā, kur dienēja kopā ar savu studiju biedru, vēlāk ievērojamo padomju fiziķi S. Rževkinu. Draugi daudz spriež par modernās fizikas jaunajām idejām, par gaismas kvantu hipotēzi, ko nesen izvirzījis Planks. Kara sākumā Sergejs nokļūst frontē un četrus gadus dienē dažādās daļās. Sākumā viņš ir ierindnieks, vēlāk kļūst par praporščiku. 1916. gadā viņu pārceļ no sapieru daļas radistu daļā. Līdztekus dienēšanai pienākumiem viņš veic pētījumus radiotelegrāfijas jomā.

Oktobra revolūciju S. Vavilovs sagaidīja frontē. Viņš nešaubamies nolēma saistīt savu nākotni ar jauno sabiedrisko iekārtu. 1918. gada februārī Sergejs jau bija Maskavā. Viņš sāka strādāt pie sava bijušā skolotāja akadēmiķa P. Lazareva, kas tagad bija Fizikas institūta direktors. Šis institūts darbojās Veselības aizsardzības Tautas komisariāta Maskavas zinātniskā institūta vadībā. Šī jaunā zinātniskā iestāde, kuru drīz vien pārveidoja par Fizikas un biofizikas institūtu, atradās Zinātniskās pētniecības institūta ēkā. P. Lazarevs Fizikas institūtā centās turpināt sava izcilā skolotāja — Ļebedeva tradīcijas un attīstīt viņa idejas.

Sergejs Vavilovs sāka pētīt pašu jaunāko fizikas problēmu: zinātnieks pārbaudīja gaismas kvantu teoriju. Šajā teorijā bija vēl ļoti daudz neskaidru, neatrisinātu un pretrunīgu jautājumu. Nākotne solīja lielu, aizraujošu darbu, bet pagaidām bija ne mazums grūtību: trūka materiāla ierīču izgatavošanai, bieži nebija elektrības, bija pārāk maz cilvēku. Vai gan mazums grūtību bija zinātnieku draudzīgajam kolektīvam tais gados! Un tomēr visi ar lielu aizrautību pašreizējai strādāja.

1919. gada sākumā Vavilovs noirēja darbistabu pie ievērojamajiem arhitektiem brāļiem Vesņiniem (viens no viņiem, V. Vesņins, vēlāk kļuva par PSRS Arhitektūras akadēmijas prezidentu). Šeit jaunais zinātnieks iepazīnās ar zvērīnāta advokāta meitu Olgu Bagrinovsku. Olga bija uzaugusi zinātnieku, juristu, mūziķu vidē un kopš bērnības sapņoja kļūt par dziedātāju. Kara sākumā viņa atstāja konservatoriju un devās uz fronti, kur dienēja daļā, kas sniedza palīdzību bērniem. Pēc revolūcijas atgriezusies Maskavā, viņa dzīvoja pie savas māsas Natālijas, P. Vesņina sievas. 1920. gadā Olga Bagrinovska kļuva par Sergeja Vavilova dzīvesbiedri.

Turpmākajā Vavilovu trīsdesmit gadu ilgajā kopdzīvē valdīja liela draudzība, dziļa savstarpēja saprašanās un iecītība. Materiālie apstākļi pēckara gados bija grūti. Ik rīt Sergejs Vavilovs gāja uz institūtu (līdztekus darbam Fizikas un biofizikas institūtā viņš strādāja arī par profesoru Maskavas Augstākajā tehniskajā skolā un Zootehnikas institūtā), bet Olga devās meklēt malku vai pārtiku. 1921. gadā Vavilovu ģimenē piedzima dēls Viktors. Olgai Vavilovai bija jāatsakās no sapņa kļūt par dziedātāju un visa sava dzīve jāveltī vīram un dēlam.

Šais gados S. Vavilovs sāka nodarboties ar luminiscences jautājumiem. Tai viņš veltīja lielāko daļu mūža. Šajā maz izpētītajā nozarē zinātnieks atklāja virkni svarīgu likum-

sakarību. Kopā ar viņu pie luminiscences problēmām sāka strādāt jaunais V. Lovšins, kurš līdz tam bija pētījis akustikas parādības. Ilgus gadus viņi bija ne tikai darba biedri, bet arī tuvi draugi.

1926. gadā S. Vavilovs devās zinātniskā komandējumā uz Berlīni. Tur toreiz strādāja ievērojamais luminiscences speciālists profesors Pringsheims. Bez tam Berlīnes universitātē notika kolokviji par modernās fizikas jaunākajām problēmām, kurus vadīja Laue. Ar lielu interesi Vavilovs apmeklēja šos kolokvijus. Tajos piedalījās ievērojami zinātnieki, kas bija radījuši kvantu mehāniku. Viņš apmeklēja arī citu Vācijas fizikas centru — Getingenu. Jaunā zinātnieka uzmanību šai laikā saistīja jautājumi par gaismas un vielas savstarpējo iedarbību. Viņš meklēja paņēmienus, kā kvantu mehānikas likumus izmantot luminiscences pētījumos.

1929. gadā Vavilovs kļuva par Maskavas universitātes profesoru un fizikas katedra's vadītāju. Šai laikā viņš jau bija ievērojams, pilnīgi nobriedis zinātnieks, kas publicējis daudz darbu par gaismas fiziku. Trīs gadus vēlāk Vavilovu ievēlēja par Zinātņu akadēmijas īsteno locekli, un Akadēmijas viceprezidents V. Komarovs piedāvāja jaunajam akadēmiķim vadīt Fizikas un matemātikas institūta Fizikas nodaļu, kura bija visai bēdīgā stāvoklī. Tai pašā laikā šeit plauka un nostiprinājās tādas zinātniskas iestādes kā Fizikas un tehnikas institūts un Valsts optikas institūts.

Vavilovs pārtrauca pedagoģisko darbu Maskavā un, pārcēlies uz Ļeņingradu, sāka vadīt Fizikas un matemātikas institūtu.

Vēlāk akadēmiķis D. Roždestvenskis, kas jau sen meklēja sava darba turpinātāju, pierunāja Vavilovu uzņemties Valsts optikas institūta zinātnisko vadību. Zinātnieks šaubījās, piekrist šim priekšlikumam vai ne. Viņu mulsināja tas, ka institūts galvenokārt pievērsies ražošanas temati-

kai. Turklāt arī darbs Fizikas nodaļā prasīja daudz spēka un enerģijas, jo tur sevišķi asi bija izjūtams kadru trūkums. Galu galā Sergejs Vavilovs piekrita vadīt divas lielas zinātniskas organizācijas. Vavilovs meklēja Ļeņingradā un Maskavā talantīgu jaunatni, iesaistīja darbā jaunos aspirantus un dažus savus bijušos skolniekus.

Pamazām darbs iekustējās. Fizikas nodaļā sākās plaši pētījumi; tika pētīta šķidrums mikrostruktūra, to spīdēšana gamma staru ietekmē, kā arī gāzu elektriskā caursite un nesen atklāto neitronu īpašības.

Divu gadu laikā (1933.—1934.) Fizikas nodaļā tika paveikts tikpat daudz darba, cik iepriekšējos 15 gados. Kad Zinātņu akadēmiju pārcēla uz Maskavu, Fizikas nodaļu pēc Vavilova iniciatīvas izveidoja par Fizikas institūtu, kuru vēlāk nosauca izcilā krievu zinātnieka Pjotra Ļebedeva vārdā.

Nebija viegli vadīt divus institūtus, kas turklāt atradās dažādās pilsētās. Pastāvīgi dzīvojot Ļeņingradā, viņš astoņus gadus regulāri trīs reizes mēnesī brauca uz Maskavu kārtot Fizikas institūta lietas un bez tam veica pētījumus luminiscences un gaismas dabas jomā.

Neraugoties uz grūtībām, Vavilovs ar pacietību un neatlaidību panāca, ka Valsts optikas institūtā tika risināti lieli zinātniskās pētniecības darbi. Viņš prasmīgi saliedēja kolektīvu, uzmundrināja līdzstrādniekus, kurus bija piemēklējuši neveiksme.

Tie bija padomju zinātnes vētrainas attīstības gadi: tika radīti jauni zinātniskās pētniecības institūti, formējās lieli zinātnieku kolektīvi, kurus apvienoja darbs pie kopējām zinātniskām problēmām. Padomju valdība nežēloja līdzekļus zinātnes attīstīšanai.

1935. gadā Sergejs Vavilovs devās otrreiz uz ārzemēm, lai iepazītos ar aizrobežu optisko rūpniecību. Viņš apmek-

lēja lielākoš Francijas, Vācijas, Itālijas fizikas institūtus un vienlaikus pats nolasīja virkni lekciju. Florences Nacionālā optikas institūta direktors Vasko Ronki, atceroties tikšanās ar Vavilovu, teica: «Es biju pārsteigts par mana sarunu biedra prāta asumu un kultūras plašumu.»

Atgriezies dzimtenē, zinātnieks vēl plašāk izvērsa optiskos pētījumus luminiscencē.

Viņa skolnieki veica nopietnus un interesantus atklājumus. Te varam minēt jauno aspirantu Čerenkovu, kas Vavilova laboratorijā Ļeņingradā sāka strādāt 1932. gadā. Viņš pētīja uranilu sāļu luminiscenci cieto gamma staru ietekmē. Pakāpeniski samazinot uranila koncentrāciju šķīdumā, Čerenkovs konstatēja, ka tomēr spīdēšana turpinās, kaut arī šķīdumā vairs nav uranila. Vēl vairāk, gamma staru ietekmē spīd pat destilēts ūdens. Pēc Vavilova ierosinājuma Čerenkovs izpētīja daudzus šķīdumus, lejoj tos dažāda materiāla traukos. Bet spīdēšana turpinājās. Sergejs Vavilovs domāja, ka tā nav luminiscence, bet kaut kāda zinātnei vēl nepazīstama fizikāla parādība. 1934. gadā Čerenkovs un Vavilovs publicēja ziņojumu par šo neparasto starojumu. Pirmais izklāstīja eksperimenta detaļas, bet otrs izteica domu, ka starojumu izraisa nevis gamma stari, bet brīvie ātrie elektroni, kas rodas, gamma stariem izejot caur vidi. Šī doma tika pilnībā teorētiski pamatota 1937. gadā padomju zinātnieku I. Tamma un I. Franka darbos. Tika konstatēts, ka spīdēšanu izraisa tā sauktie virsgaismas elektroni, kas kustas gamma staru ietekmē ar ātrumiem, kuri pārsniedz gaismas ātrumu dotajā vidē. 1958. gadā Čerenkovam, Tammam un Frankam par šo atklājumu piešķīra Nobela prēmiju.

Trīsdesmitie gadi Vavilovam bija spraiga radoša darba gadi. Ieguvis svarīgus teorētiskus rezultātus, viņš meklēja luminiscences daudzveidīgas praktiskas izmantošanas ceļus. Laboratorijās tika radīti jauni luminofori, tika projek-

tētas dienasgaismas spuldzes, pētītas luminiscentās analīzes iespējas. Kā priecājās zinātnieks par veiksmīgiem jaunu luminiscējošu sastāvu izmēģinājumiem! Pirms kara Vavilova vadībā jau bija radīti luminiscējošo spuldžu rūpnieciskie paraugi, un, pateicoties viņa pētījumiem, luminiscenci tagad plaši izmanto tehnikā un sadzīvē.

Pienāca 1941. gads. Lielā Tēvijas kara sākumā Valsts optikas institūts evakuējās uz Joškarolu, bet PSRS ZA Fizikas institūts — uz Kazaņu. Vavilovs turpināja vadīt šos institūtus, dzīvojot Joškarolā. Viņam pastāvīgi bija jābrauc uz Kazaņu un atpakaļ. Tas viss ļoti nogurdināja zinātnieku, taču viņš strādāja ar aizvien pieaugošu saspringdzinājumu. 1943. gadā Vavilovs kļuva par Valsts aizsardzības komitejas pilnvaroto. Viņa vadībā tika izstrādātas ierīces Padomju Armijas un Flotes apbruņošanai. Vajadzēja bieži braukt uz Maskavu. Akadēmiķis A. Ļebedevs, atceroties šo Vavilova darbības posmu, sacīja: «Smagi bija šie braucieni. Grūti bija šai laikā pārvietoties pa Maskavu, un nereti Sergejs Ivanovičs atgriezās mājās pilnīgi nomocījies; kā viņš pats izteicās — viņš jutās tādos brīžos «kā nelaiķis». Taču viņš nekad nesūdzējās un pašreizēji turpināja pildīt savus pienākumus. Mani vienmēr pārsteidza viņa apbrīnojami laipnā un uzmanīgā izturēšanās pret apkārtējiem cilvēkiem un reizē skarba nesaudzība pret sevi: viņš nežēloja sevi, kad viņam vajadzēja izpildīt to, ko viņš uzskatīja par savu pienākumu, svarīgos jautājumos viņš nekad nenovirzījās no tā ceļa, kuru uzskatīja par pareizu.»

Apbrīnojami īsā laikā Vavilova vadībā tika pārskatīta abu institūtu fizikas pētījumu tematika, lai tuvinātu to aizsardzības vajadzībām. Ballistikas, radio, kara akustikas jautājumus teorētiski sāka uzskatīt par galvenajiem. Eksperimentētāji pievērsās radiolokācijai, magnētiskajām un akustiskajām mīnām u. c.

1943. gada rudenī Fizikas institūts atgriezās Maskavā, bet, kad tika likvidēta blokāde, Ļeņingradā atgriezās arī Valsts optikas institūts.

Vavilovs bija plaša vēriena cilvēks, viņu interesēja ne tikai fizikas pētījumi. Ļoti aizrautīgi viņš nodarbojās ar zinātnes vēsturi un tās popularizēšanu. Pašās spraigākajās kara dienās zinātnieks atrada laiku, lai uzrakstītu lielisku darbu «Galileja vieta optikas zinātnē», kas bija veltīta 300. gadadienai kopš Galileja nāves. Kara laikā tika izdota arī Vavilova grāmata «Īzaks Ņūtons», kas bija zinātnisks un vienlaikus aizraujošs vēstījums par lielo zinātnieku.

Neilgi pirms kara beigām viņš sarakstīja vēl vienu grāmatu «Lomonosovs un zinātnes vēsture». Tā pieredzējusi daudz izdevumu un līdz pat šim laikam pārsteidz, cik dziļi filozofiski Vavilovs analizējis mūsu lielā tautieša jaunradi.

1945. gadā Sergeju Vavilovu ievēlēja par PSRS Zinātņu akadēmijas prezidentu. Vispusīgs zinātnieks ar pasaules slavu, lielisks organizators ar plašu politisko redzesloku, kas lieliski izprata materiālistisko dialektiku, pievilcīgs cilvēks, viņš, pēc akadēmiķa I. Bardina vārdiem, «bija vienīgais kandidāts šim amatam».

Kļuvis par Zinātņu akadēmijas prezidentu, Vavilovs nespēja šķirties no sava lolojuma — Fizikas institūta. Gandrīz ik dienas pirms došanās uz Akadēmijas prezidiju viņš iegriezās Zinātņu akadēmijas Fizikas institūtā un pavadīja tur dažas stundas.

Sai laikā pienākumu skaits neizmērojami pieauga. Vavilovs bija PSRS Zinātņu akadēmijas redakcijas un izdevniecības padomes priekšsēdētājs, lielāko fizikas žurnālu «Успехи физических наук», «Журнал экспериментальной и теоретической физики», «Природа» redaktors. «Tehniskās enciklopēdijas» un «Lielās Padomju enciklopēdijas»

pirmā un otrā izdevuma fizikas nodaļas tika izdotas Vavilova redakcijā.

Būdams Zinātņu akadēmijas vadītājs, viņš meklēja zinātnes organizācijas pilnveidošanas formas, iedziļinājās visos sīkumos. Akadēmija kļuva par īstu padomju zinātnes štābu. Vavilovs bija viens no pirmajiem, kas ierosināja plānot pētījumus visās zinātnes nozarēs. Pēc viņa iniciatīvas tika paplašināti vecie zinātniskās pētniecības centri un izveidoti jauni, uzsākta Fizikas institūta, Organiskās ķīmijas institūta un Metalurģijas institūta celtniecība, tika atjaunotas Pulkovas un Simeizas observatorijas, rekonstruēts Rādija institūts. Lielu uzmanību prezidents veltīja zinātnes attīstīšanai savienotajās republikās. Daudzas Zinātņu akadēmijas filiāles tika pārveidotas par savienoto republiku Zinātņu akadēmijām.

Neskaitāmie pienākumi prasīja no zinātnieka milzīgu piepūli, bet viņa veselība kļuva arvien sliktāka. Sergejs Vavilovs nekad nesūdzējās, un daudzi viņa darbabiedri nezināja, ka viņam jau sen ir slima sirds.

1950. gadā atvaļinājuma laikā zinātnieks uzrakstīja lielisku monogrāfiju «Gaismas mikrostruktūra». Būdams smagi slim, viņš turpināja strādāt: brauca uz Fizikas institūtu, izpildīja Zinātņu akadēmijas prezidenta un deputāta pienākumus, iecerēja jaunas grāmatas. 1950. gada decembrī viņam tika piešķirts otrs atvaļinājums, lai ārstētos, un viņš aizbrauca uz sanatoriju Barvihā. 12. janvārī Vavilovs atgriezās Maskavā, vadīja Prezidija sēdi. Līdz 24. janvārim viņš veica savus kārtējos pienākumus. Naktī no 24. uz 25. janvāri viņam kļuva slikti, bet no rīta viņš mira ar miokarda infarktu.

Padomju valdība augstu novērtējusi izcilā padomju zinātnieka darbu. Par saviem darbiem Vavilovs vairākkārt saņēmis Valsts prēmijas, ticis divreiz apbalvots ar Ļeņina ordeni, ar Darba Sarkanā Karoga ordeni un medaļām. Pēc

Vavilova nāves PSRS Zinātņu Akadēmijas Fizikas problēmu institūtu Maskavā un Valsts Optikas institūtu Ļeņingradā nosauca viņa vārdā.

Sergejs Vavilovs uzrakstījis apmēram simt darbu par fizikālās optikas jautājumiem. Tos nosacīti var sadalīt divās lielās grupās: darbi, kas veltīti gaismas dabas pētīšanai, un luminiscences pētījumi.

20. gadsimta sākumā jautājums par gaismas dabu vēl pilnīgi nebija noskaidrots. Gaismas kvantu hipotēzi, ko bija izvirzījis Planks, vajadzēja vēl nopietni pamatot. Uzsākot savus pētījumus, Vavilovs sprieda tā: ja Planka hipotēze ir pareiza un gaisma tiek absorbēta kvantiem, tad pie ļoti mazām krītošās gaismas intensitātēm kvantu skaits ievērojami svārstīsies ap kādu vidēju vērtību, tāpat varēs absorbēties dažāds kvantu daudzums; tas nozīmēja, ka absorbcijas koeficients mainīsies. Pie lielām intensitātēm lielākā daļa absorbētājas vielas molekulu gaismas ietekmē var nonākt ierosinātā stāvoklī, šīs molekulas pārstās absorbēt iepriekšējās frekvences gaismu, un absorbcijas koeficients samazināsies.

Daudzu pētījumu rezultātā, kas veikti gan ar lielām un mazām intensitātēm, Vavilovs ieguva negatīvu rezultātu: visos gadījumos absorbcijas koeficients palika pastāvīgs. No tā it kā varētu secināt, ka kvantu teorijas jēdzienus optikā nevar izmantot. Patiesībā viss bija citādi. Vavilova eksperimentālie dati bija pilnīgi pareizi. Vēlāk viņš pats tos izskaidroja no kvantu viedokļa darbā «Gaismas mikrostruktūra». 1926. gadā Vavilovs kopā ar V. Ļovšinu novēroja paredzēto absorbcijas koeficienta izmaiņu uranila un dažu citu vielu savienojumos. Izrādījās, ka šī efekta konstatēšanai nepieciešams, lai apgaismojamās vielas molekulas ilgāku laiku (apmēram 1 sekundi) atrastos ierosinātā stāvoklī. Bet pirmajos eksperimentos ierosinātā stāvokļa ilgums bija tikai 10^{-9} sekundes, tādēļ arī efektu nevarēja konstatēt.

Vavilovs iecerēja plašu eksperimentu sēriju, lai iegūtu uzskatāmu priekšstatu par atsevišķu gaismas kvantu darbību. Šos pētījumus gaismas kvantu fluktuāciju novērošanā Sergejs Vavilovs veica kopā ar J. Brumbergu un T. Timofejevu desmit gadu ilgā laika posmā. Viņi izmantoja vienkāršu un oriģinālu šīs parādības pētīšanas paņēmieni, kas pamatojās uz tā fakta, ka cilvēka acs tīklene ir ārkārtīgi jutīga ierīce, kura spēj uztvert ļoti mazas gaismas enerģijas devas (dažus desmitus kvantu). Acij ir gaismas redzamības sliekšnis. Tādējādi, ja uz tīkleri krīt gaismas impulss, kas vienāds ar redzamības sliekšni, tad kvantu skaita fluktuācijas rezultātā acs tajos gadījumos, kad gaismas impulss lielāks par redzamības sliekšni, redzēs uzliesmojumu, bet neredzēs to, ja kvantu skaits, kas veido impulsu, būs mazāks par redzamības sliekšni. Zinot impulsu skaitu, kas nokļūst acī, un fiksējot uzliesmojumus, ko uztvērusi acs, var aprēķināt to impulsu skaitu, kurus acs nav pamanījusi, jo tajos nav bijis vajadzīgais kvantu daudzums. Veicot vienkārši iecerētos eksperimentus, vajadzēja ievērot dažus obligātus noteikumus: bija vajadzīgs īslaicīgs uzliesmojums, ļoti mazi attēla izmēri un acs precīza fiksācija, jo vienas un tās pašas acs tīkles dažādām vietām piemīt dažāda jutība.

Pētījumi deva iespēju noteikt kvantu skaitu, kas atbilst redzes redzamības sliekšnim. Tika pierādīts, ka dažādiem novērotājiem šis daudzums ir atšķirīgs un tas ir atkarīgs no krītošās gaismas viļņa garuma. Eksperimentiem bija svarīga nozīme ne tikai gaismas kvantu dabas apstiprināšanā, bet arī acs fizioloģijas pētīšanā, nosakot tās jutīgumu pret dažāda garuma viļņiem, gan acs vides caurspīdīgumu u. c.

Turpmākajos pētījumos S. Vavilovs mēģināja konstatēt gaismas kvantu struktūru tādās parādībās, kas pilnībā tika izskaidrotas, pamatojoties tikai uz priekšstatiem par gaismas viļņveida dabu. Kopā ar J. Brumbergu viņš pierādīja,

ka, novērojot interferences ainu, mazas intensitātes interferējošu kūļu vieta paliek visu laiku tumša, bet gaišā — maina savu spilgtumu tādēļ, ka dažādā laikā uz tās nonāk dažāds kvantu daudzums.

Vavilova trīsdesmit gadus ilgie neatlaidīgie luminiscences pētījumi vainagojās ar izciliem zinātniskiem atklājumiem. Vispirms viņš luminiscences parādību izpētīja no enerģētiskā viedokļa. Pretēji pastāvošajiem uzskatiem zinātnieks pierādīja, ka luminiscence no enerģētiskā viedokļa nav blakus parādība, ka līdz 80 procentiem gaismas enerģijas, kas krīt uz tipiskākajiem luminoforiem, var pārvērsties luminiscentā starojumā. Šis atklājums būtiski grozīja uzskatus par luminiscences izmantošanas efektivitāti.

Vavilovs ieviesa luminiscences enerģētiskā iznākuma jēdzienu, tas ir, lielumu, kurš vienāds ar luminiscences enerģijas attiecību pret absorbētās gaismas enerģiju, kas izraisījusi luminiscenci. Pēc tam viņš izpētīja faktorus, kuru ietekmē enerģētiskais iznākums samazinās, kā arī atklāja tā atkarību no ierosinātās gaismas viļņu garuma. Vavilovs secināja, ka luminiscences enerģētiskais iznākums, ja palielina ierosinātās gaismas viļņu garumu, aug proporcionāli viļņa garumam, tālāk kādā nelielā intervālā ir konstants, bet pēc tam strauji samazinās. Šī sakarība vēlāk tika nosaukta par «Vavilova likumu».

Interesanti ir Vavilova darbi luminiscences polarizācijas pētījumu jomā. Izrādījās, ka polarizācijas pakāpe mainās, mainoties ierosinātās gaismas viļņa garumam, un tā var kļūt pat negatīva, tas ir, luminiscentais starojums var būt polarizēts plaknē, kas ir perpendikulāra ierosinātās gaismas polarizācijas plaknei.

Trīsdesmitajos gados Vavilovs klasificēja luminiscenci pēc tās rašanās mehānisma un deva precīzu šīs parādības izskaidrojumu.

Savā pēdējā monogrāfijā «Gaismas mikrostruktūra» zi-

nātnieks rezumēja ilggadējā darba rezultātus un noteica mācības par gaismu turpmākos attīstības ceļus. Grāmata aptver plašu izziņas materiālu, kas uzkrāts zinātnieka mūžā. Vavilovs iezīmē pilnīgi jaunu virzienu optikas zinātnē, kuru viņš pats nosaucis par mikrooptiku. Pat grāmatas uzbūves shēma ataino gaismas parādību pretrunīgo dabu. Tās pirmajā daļā aplūkoti fakti, kas saistīti ar korpuskulāro uzskatu par gaismas dabu, otrajā daļā sniegta ziņas par visraksturīgākajām gaismas viļņveida dabas izpausmēm. Trešajā daļā sintezētas šīs gaismas un vielas kā divu matērijas veidu mijiedarbības dažu savdabīgāko parādību īpašības. Šajā darbā agrāk iegūtos rezultātus zinātnieks novērtē no vienota kvantu viedokļa.

Akadēmiķa Vavilova zinātniskajai darbībai raksturīga apbrīnojama mērķtiecība, bet tās rezultāti liecina, ka vienlaikus viņš ir bijis fiziķis eksperimentētājs, fiziķis teorētiķis un fiziķis praktiķis. Savā zinātniskajā darbā Sergejs Vavilovs vienmēr vadījās no marksistiski leņiniskās filozofijas principiem. Dialektiska pieeja parādībām, kā viņš izteicās, bija viņa «zinātnisko pētījumu instruments». Zinātnieks tiecās filozofiski pamatot mūsdienu fizikas atklājumus. Viņš uzrakstījis lielu skaitu darbu dabas zinātņu filozofijā, kuros parādīta Leņina ideju ietekme uz fizikas zinātnes attīstību un izskaidrojumu. Vavilovs bija viens no pirmajiem zinātniekiem fiziķiem mūsu valstī, kas uzsāka marksistiski leņiniskās dialektikas propagandu, ciņu ar «fizikas ideālismu» dabas pētnieku vidū. Tas, bez šaubām, pamudināja daudzus zinātniekus pievērsties materiālismam. «Lai nesaņemtu savu materiālu pēc filozofiskas apstrādāšanas sakropļotu, fiziķim jābūt filozofam materiālistam, bet filozofiem materiālistiem jāsadarbojas ar fiziķiem» sacīja Vavilovs.

Iepriekš jau rakstīts par zinātnieka aktīvo darbību zinātņu popularizēšanas jomā, kurai viņš pievērsās jau divdesmitajos gados. Bez jau minētajiem darbiem viņš sarak-

stijis daudz zinātniski populāru grāmatu, piemēram, «Gaismas darbība», «Saules gaisma un zemes dzīve», «Acs un Saule», «Par «silto» un «auksto» gaismu».

Tās liecina ne tikai par autora plašo erudīciju, bet arī par viņa lielajām literārajām dotībām. Tajās vienkārši un poētiski stāstīts par daudziem sarežģītiem gaismas teorijas jautājumiem.

Vavilovs rakstīja par daudziem dabas zinātniekiem, parādot apbrīnojami plašas un vispusīgas zināšanas. Viņš sacerējis rakstus par Lukrēciju, Faradeju, Grimaldi, Heigensu, Perēnu, Popovu, Kovaļevsku, Ļebedevu, Lazarevu, Krilovu. Raksturīgi, ka zinātnieku jaunradi, kuri dzīvojuši diezgan sen, Sergejs Vavilovs saista ar mūsdienu fizikas aktuālām problēmām.

Vavilovs ne tikai rakstīja zinātniski populāras grāmatas un rakstus, bet ļoti daudz darīja, lai popularizētu zinātņi tautā. Viņš iesaistīja šai darbā ievērojamākos padomju zinātniekus. Vavilovs ilgu laiku vadīja PSRS Zinātņu akadēmijas komisiju, kas izdeva zinātniski populāru literatūru un brošūru sēriju «Mūsdienu zinātnes sasniegumi un problēmas».

Sergejs Vavilovs izaudzināja veselu fiziķu plejādi, kas viņa vadībā strādāja Valsts optikas institūtā un PSRS Zinātņu akadēmijas Fizikas institūtā. Jaunie fiziķi burtiski dievināja Vavilovu, cenšoties atdarināt viņa runas veidu un izturēšanās manieres. Viņš vienmēr bija jaunatnes vidū. Jaunatne milēja zinātnieku par viņa plašajām zināšanām visjaunākajās fizikas nozarēs, par uzmanību pret jauno zinātnieku vajadzībām, par to palīdzību, kuru nekad neliedza Sergejs Vavilovs.

Ar pedagoģisko darbu Vavilovs nodarbojās samērā neilgi, pavisam 14 gadus. Savās lekcijās viņš vienmēr centās dot studentiem zināšanu maksimumu, iepazīstināt tos ar pēdējiem zinātnes sasniegumiem, attīstīt viņos eksperimentē-

tāja iemaņas, saistīt pētījamo ar dzīvi, ar praksi. Ļoti interesanti bija Maskavas kolokviji, kas Vavilova vadībā notika Maskavas Valsts universitātes Lielajā fizikas auditorijā. Tajos piedalījās universitātes un PSRS Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta fiziķi, Maskavas zinātnisko iestāžu līdzstrādnieki un studējošā jaunatne. Vavilovs bieži pats nolasīja referātus šajos kolokvijos.

Vadot Maskavas universitātes katedru, viņš plaši iesaistīja zinātniskajā darbā vecāko kursu studentus.

Vavilova laboratorijā savus zinātniskos pētījumus sāka vēlāk ievērojamie padomju fiziķi B. Svešņikovs, J. Brumbergs, I. Franks, A. Šišlovskis un citi. Ļeņingradā Vavilova skolnieku skaits papildinājās ar daudziem jauniem fiziķiem, kas vēlāk kļuva par ievērojamiem zinātniekiem. Te varam minēt S. Vernovu, P. Čerenkovu, I. Hvoštikovu, A. Ševčenko, P. Feofilovu, N. Tolstoju, N. Dobrotinu un daudzus citus.

Pret jaunajiem zinātniekiem Vavilovs izturējās ar sevišķu siltumu un sirsnību. Kaut gan viņš vienmēr bija ļoti aizņemts, tomēr zinātnieks atrada laiku pārrunām ar līdzstrādniekiem, ierosināja jaunas idejas un darba tēmas, deva padomus, kā labāk veikt eksperimentu, bieži pats laboratorijā pārbaudīja iegūtos rezultātus. Viņam nepatika, ka jaunie zinātnieki izmanto laborantu pakalpojumus. Zinātnieks uzskatīja, ka cilvēkam, kas nolēmis dzīvi veltīt zinātnei, jāiemācās laboratorijā veikt patstāvīgi jebkuru darbu.

Pagājuši astoņpadsmit gadi, kopš miris Sergejs Vavilovs. Padomju zinātne šai laikā aizsteigusies tālu uz priekšu. Tās sasniegumos ir daļiņa no akadēmiķa Vavilova — izcilā zinātnieka, patriota, kas atdevis visus spēkus un spējas savai tautai — lielā pašreizējā darba un organizatoriskā talanta.



GAISMAS DABAS PĒTNIEKS

Grigorijs Landsbergs
(1890—1957)

Daudzus gadsimtus galvenā un vienīgā ierīce, ar kuras palīdzību zinātne pētīja gaismu, bija cilvēka acs. Tā ir ļoti laba, precīza un jutīga ierīce. Tās apbrīnojamo spēju uzvert gaismu izpētīja akadēmiķis S. Vavilovs, kurš pierādīja, ka acs var konstatēt pat gaismas mikrostruktūru, tas ir, tās kvantu dabu.

Taču, lai izzinātu gaismas fizikālo dabu, ar aci vien nepietiek. Laikam tāpēc līdz 19. gadsimtam tika pētīta galvenokārt gaismas ģeometrija, gaismas izplatīšanās likumi, tas, ko tagad sauc par ģeometrisku optiku. Pamatojoties uz tās likumiem, tika izgudrotas optikas ierīces (lupas, mikroskopi, teleskopi, fotoaparāti). Tās sāka izmantot praksē: tika atklāta mikrobu mikropasaule, konstatēti kalni uz

Mēness, atmosfēra uz Venēras utt. Cilvēka priekšstati par Visumu kļuva plašāki.

19. gadsimts ir gaismas dabas izziņāšanas gadsimts. Tiek radīta Maksvela elektromagnētiskā lauka teorija un noskaidrots, ka gaisma ir elektromagnētiskie viļņi, tiek izpētītas šo viļņu īpašības. Vienlaikus detalizēti noskaidro gaismas stara daudzveidīgo frekvenču sastāvu, atklāj tā redzamās un neredzamās (ultravioletās un infrasarkanās) frekvences. Attīstās spektrālā analīze, un to sāk izmantot ķīmisko savienojumu sastāva noteikšanai.

Un, beidzot, 20. gadsimta sākumā tika konstatēts gaismas rašanās iemesls atoma dzīlēs. Pēc Bora teorijas izveidošanas zinātnieki sāka uzskatīt, ka optika tālāk neattīstīsies. Tajā viss it kā būtu noskaidrots, viss zināms, atlika tikai domāt par teorijas praktisku izmantošanu — par optisko ierīču — interferometru, mikroskopu, teleskopu — uzlabošanu.

Taču gaisma joprojām saistīja zinātniekus. Daudzi sāka domāt, ka mācībā par gaismu nebūt vēl viss nav atklāts. Acīm redzot, arī optika kā ikviena zinātne ir neizmēlama, un cilvēka zinātkārajam prātam vienmēr var rasties tik daudz problēmu, ka to atrisināšanai jebkurā laikā var veltīt visu mūžu.

Viens no šādiem zinātniekiem, kuru saistīja gaismas tālākas pētīšanas ideja, bija padomju akadēmiķis Grigorijs Landsbergs. No sešdesmit septiņiem mūža gadiem optikas problēmām viņš veltīja trīsdesmit piecus gadus.

Šī cilvēka biogrāfijā nav nekā neparasta. Viņa dzīve ir nepārtraukts darbs un nemitīga augšupeja pa zinātnes pakāpieniem. G. Landsbergs dzimis Vologdā mežsarga ģimenē. Drīz viņa vecāki pārcēlās uz Ņižņijnovgorodu, kur Landsbergs pabeidza ģimnāziju ar zelta medaļu. 1908. gadā viņš iestājās Maskavas universitātes Dabas zinātņu fakultātē, bet pēc gada pārgāja uz Fizikas un matemātikas fakultāti.

1913. gadā Landsbergs pabeidza universitāti un tika atstāts universitatē, lai sagatavotos profesūrai. No šā brīža sākās Grigorijs Landsberga lieliskais zinātnieka fiziķa ceļš.

Daudzus gadus Landsbergs sekmīgi apvienoja zinātnisko un pedagoģisko darbu. 1946. gadā par izciliem zinātniskiem sasniegumiem viņu ievēlēja par PSRS Zinātņu akadēmijas isteno locekli. Landsbergs nomira 1957. gadā.

Draugi atceras, ka Grigorijs Landsbergs bijis neparasti neatlaidīgs un mērķtiecīgs cilvēks. 1910. gadā viņš saslima un pēc ārstu ieteikuma aizbrauca uz Šveici, kur strādāja par mājskolotāju. No turienes viņš brauca uz Maskavu kārtot eksāmenus un tā neklātienē beidza universitāti.

Landsbergs bija ļoti darbīgs zinātnieks — daudzus gadus desmitus viņš sistemātiski strādāja desmit stundas dienā un darbā guva īstu apmierinājumu. «Visa Landsberga darbība — tā ir zinātnieka un cilvēka cieša organiska saliedētība. Viņš neatdalīja zinātņi no dzīves un dzīvi no zinātnes: katru savu soli zinātnē viņš veica dzīves labā, un visu savu mūžu līdz pašai pēdējai stundai viņš veltīja fizikas zinātnei,» rakstīja par viņu S. Mandelštams — viņa labākā drauga ievērojamā padomju fiziķa L. Mandelštama dēls.

Landsbergs par ievērojamu fiziķi izveidojās padomju laikā. Viņā iemiesotas labākās mūsu zemes zinātnieka īpašības: augsta morāle, plašs redzesloks, tieksme atdot savas zināšanas jaunatnei, mīlestība pret Dzimteni. Lielā Tēvijas kara gados Landsbergs visus spēkus veltīja frontes vajadzībām. Viņš izstrādāja tērauda un benzīna analīzes paņēmienus pēc to spektriem; tas paātrināja tanku ražošanu. Par šo darbu Padomju valdība apbalvoja zinātnieku ar Ļeņina ordeni.

Studenti mīlēja profesoru Landsbergu, kas bija daudz paveicis viņu labā. Taču viņš nav aizmirsis arī vidusskolas audzēkņus. Populārs ir vidusskolas fizikas kurss trīs sēju-

mos, kas iznācis Grigorija Landsberga redakcijā. Viņš uzrakstījis pasaulē labāko mācību grāmatu optikā.

Zinātnisko darbību Landsbergs uzsāka 1920. gadā, pētījot gaismas izkliedi kristālos. Šie pētījumi pavēra jaunu gaismas zinātniskās pētišanas lappusi par gaismas un vielas mijiedarbību. Uz kvarca kristālu virzīja monohromātisku gaismas kūli. Pēc tam tika pētīta gaisma, kas bija izgājusi caur kvarcu. Saskaņā ar iepriekš izstrādāto teoriju gaismas difrakcijas dēļ kvarca kristāliskajā režģī izkļiedētajai gaismai vajadzēja veidot ar gaismas stara izplatīšanās virzienu noteiktus leņķus. Pēc izkļiedes leņķiem varēja spriest par to, kādā attālumā cits no cita atrodas silīcija atomi. Tas bija zināms no vācu fiziķa Laues eksperimentiem. Taču Landsbergu interesēja kas cits.

Absorbējot siltumu, kristāla atomi sāk svārstīties. Attālumā starp atomiem šai gadījumā periodiski mainās. Bet, tā kā gaismas izkļiede ir atkarīga no šī attāluma, tad bija sagaidāms, ka atomu termiskās svārstības kaut kādā veidā ietekmēs gaismas staru. Lūk, tāpēc izkļiedētos starus ļoti rūpīgi sāka pētīt daudzās laboratorijās.

1927. gadā Landsbergs atklāja līdz tam nezināmu gaismas stara noslēpumu, kas tagad pazīstams ar nosaukumu «gaismas kombinatīvā izkļiede». Izrādījās, ka izkļiedētajā gaismā mainās ne tikai izkļiedes leņķi, bet arī parādās citas frekvences gaismas stari, kuri nav tajā starā, kas krīt uz kristālu. Ja uz kristālu virza stingri monohromātisku gaismas staru, tas ir, kaut kādas vienas noteiktas frekvences ν gaismas viļņus, tad kristālā izkļiedētajā gaismā bez šīs pamata frekvences stariem parādās vēl divi stari, kuru frekvences ir $\nu - \Delta\nu$ un $\nu + \Delta\nu$. Šos starus nosauca par satelītiem. No teorijas izrietēja secinājums, ka bez šīs frekvences satelītiem vajadzētu rasties arī otras kārtas satelītiem, kuru frekvences ir $\nu - 2\Delta\nu$ un $\nu + 2\Delta\nu$. Taču eksperimentāli tie netika konstatēti. To varēja izskaidrot gan ar to, ka teo-

rija ir nepareiza, gan arī tādējādi, ka šo spektra liniju spilgtums ir ļoti mazs, un tie pazūd uz frekvences ν ļoti spilgtās izkliedētās gaismas fona. Pat pirmās kārtas satelītus konstatēt bija grūti, jo to spilgtums bija tūkstoš reižu mazāks par pamatlīnijas spilgtumu.

Pirmās kārtas satelītus Landsbergs atklāja 1927. gada rudenī. Vajadzēja steidzami publicēt jauno atklājumu, apstiprināt padomju zinātnes prioritāti uz to. Bet, tā kā viss vēl nebija pilnīgi skaidrs un bija nelielas šaubas, Landsbergs nolēma turpināt eksperimentus, meklējot otras kārtas satelītus. Taču šai laikā notika tas, kas bieži gadās zinātnes pasaulē.

Gandrīz vienlaikus ar Landsbergu indiešu zinātnieks Ramāns, pētot šo pašu parādību, tikai laižot gaismu caur šķidrumu, atklāja tādu pašu efektu un, apzinoties atklājuma svarīgumu, par to paziņoja pa telegrāfu dažādām akadēmijām. Viņš ieguva prioritāti, un atklājumu nosauca par Ramāna efektu.

Drāugi pārmeta Landsbergam pārmērīgu prasīgumu pret sevi, taču zinātnieka apzinīgums uzvarēja, un, tikai pabeidzis pētījumus, 1928. gada 6. maijā dažas nedēļas pēc Ramāna telegrammas parādīšanās Grigorijs Landsbergs sagatavoja vispusīgu ziņojumu par saviem darbiem. Mācība par gaismas kombinatīvo izkliedi nostabilizējās fizikā kā pilnīgi jauna optikas nodaļa.

Akadēmiķis I. Tamms svarīgo atklājumu ir novērtējis šādi: «... es domāju, ka pēdējos piecdesmit gados grūti atrast kādu citu fizikas atklājumu, kuram būtu tikpat liela nozīmē kā kombinatīvajai gaismas izkļedei».

Kombinatīvās gaismas izkļedes pētīšanā Landsbergam daudz palīdzēja viņa darba biedri. Teorētisko daļu un pētījumu eksperimentālās iekārtas zinātnieks apsprieda kopā ar akadēmiķi Mandelštamu. Akadēmiķis M. Leontovičs veica attiecīgus aprēķinus. I. Tamms savos darbos teorētiski

izskaidroja jauno parādību. Šajā zinātnieku vienībā un sadarbībā izpaudās padomju zinātnieku jaunās iezīmes, kuriem sveša konkurence, kas tik raksturīga kapitālistisko zemju zinātnieku vidū.

Pašreiz mācība par gaismas kombinatīvo izkliedi ir stingri eksperimentāli un teorētiski nopamatota. Pētot izkliedētās gaismas spektrus, laboratorijās izzina molekulu struktūru un nosaka sarežģītu savienojumu sastāvu. Noskaidrots, ka šos spektrus daudz stiprāk ietekmē visa kristāliskā režģa svārstības nekā atsevišķu atomu svārstības. Kombinatīvā gaismas izkliede ļauj noteikt režģu un atsevišķu molekulu svārstību frekvences, bet savukārt pēc šīm frekvencēm var uzzināt molekulu sastāvu un struktūru, kā arī attālumus starp atomiem molekulā un starp molekulām to savienojumos.

Tādējādi pazīstamajiem ķermeņa analīzes paņēmieniem — ķīmiskajam un emisijas spektroskopiskajam — pievienojās jauns kombinatīvais spektroskopiskais paņēmienis.

Akadēmiķis Landsbergs daudz laika veltīja arī emisijas spektrālanalīzes jautājumiem un līdz mūža beigām vadīja PSRS Spektroskopiskās analīzes organizāciju. Zinātnieks radīja virkni ierīču, ar kurām ātri var analizēt metālus pēc to spektriem, kas ir sevišķi svarīgi metālu īpašību noteikšanā. Par darbiem spektrālajā analīzē Landsbergam piešķirta Valsts prēmija.

Spilgta un saturīga bija izcilā zinātnieka dzīve, kurš radījis jaunu nodaļu mācībā par gaismas staru.

Gadi, kas aizritējuši kopš Landsberga nāves, pierādījuši ka gaismas stars vēl joprojām saista aizvien jaunus un jaunus pētniekus. Viņu nerimtīgajos meklējumos kā stafete tiek nodota tā nedziestošā izziņas uguns, kas apgaismoja visu Grigorija Landsberga dzīvi.

LITERATURA

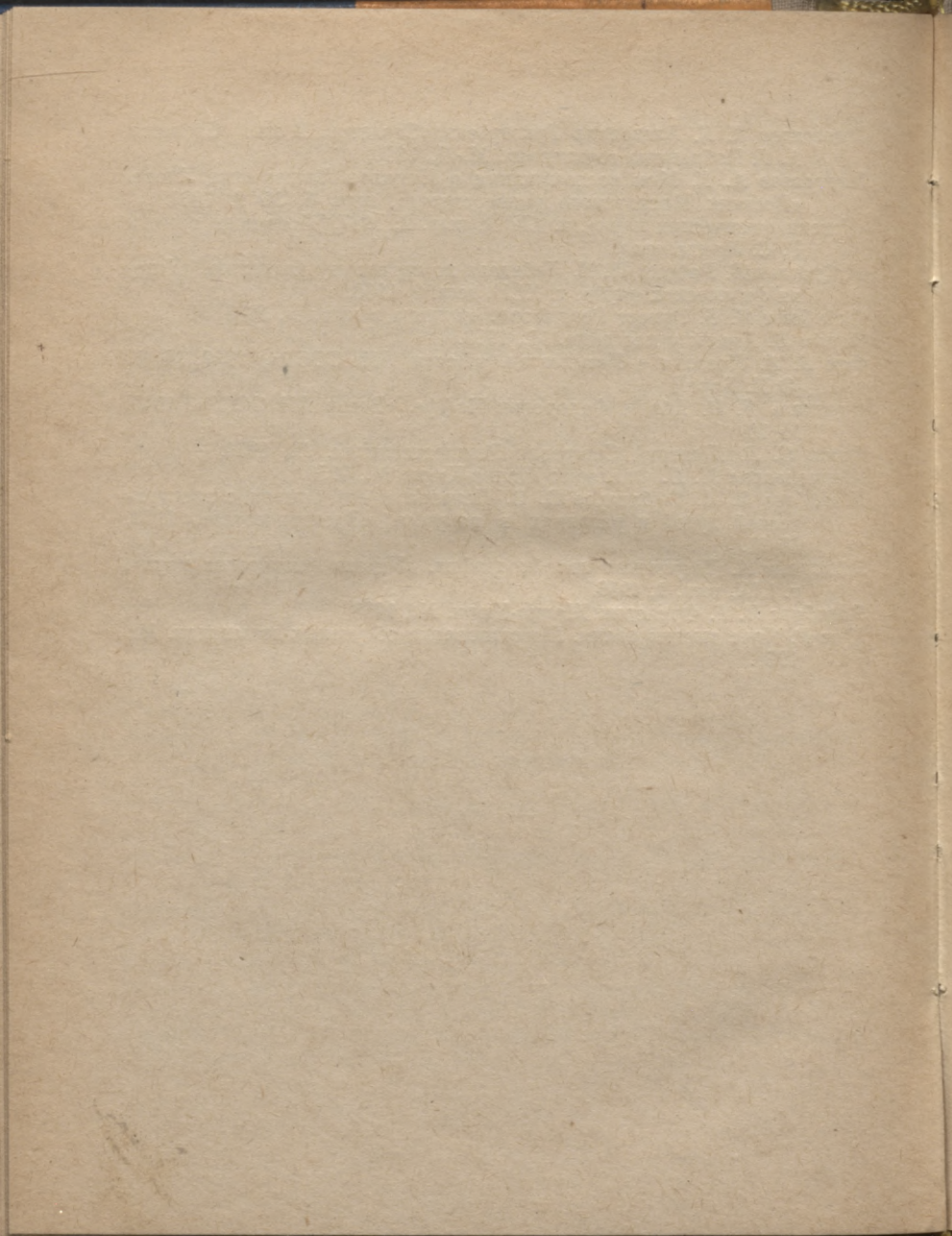
- Алексеев И. С. Два выступления Н. Бора. «Вопросы философии», 1961, № 8.
- Аренберг А. Г. Генрих Герц. М., 1957.
- Аркадьев В. К. Выдающийся русский физик. «Природа», 1952, № 4, [О П. Н. Лебедеве.]
- Асташинок П. В. В годовину грозной опасности. «Красная звезда» от 28 марта 1964 г. [Об И. В. Курчатове.]
- Баклаев В. Г. Замечательный ученый-материалист. «Наука и жизнь», 1956, № 9. [О Л. Больцмане.]
- Баржанский Л. Г. А. Лоренц. «Вестник инженеров», 1928, № 3.
- Баумгарт К. К. Профессор Д. С. Рождественский — основатель ГОИ. Труды ГОИ им. С. И. Вавилова, т. XXIV, вып. 147, 1957.
- Белоконь В. А. Крупнейший физик нашего времени. «Природа», 1961, № 8. [О Н. Боре.]
- Белькинд Л. Д. К 150-летию опытов В. В. Петрова с электрической дугой 29 мая 1802 года. «Электричество», 1952, № 6.
- Биографический словарь деятелей естествознания и техники, т. 1—2. М., 1958—1959.
- Бикар П. Фредерик Жолио-Кюри и атомная энергия. М., 1962.
- Боголюбова Н. Н., Саночкина Ю. В. Людвиг Больцман. «Успехи физических наук», т. LXI, вып. 1, 1957.
- Болховитинов В. Александр Григорьевич Столетов. М., 1953.
- Борн М. Воспоминания об Эйнштейне. В кн.: «Физика в жизни моего поколения». М., 1963.
- Бублейников Ф. Д. Д. К. Максвелл. М., 1960.
- Вавилов С. И. Академик Рождественский. «Оптико-механическая промышленность», 1940, № 6—7.
- Вавилов С. И. Михаил Васильевич Ломоносов. В кн.: Собр. соч., т. III. М., 1956.
- Вайнштейн Э. Е. Людвиг Больцман — физик-материалист. «Природа», 1945, № 2.
- Воеводин П. И. Михаил Фарадей. М.—Л., 1931.
- Вул Б. М. Памяти С. И. Вавилова. «Природа», 1958, № 12. Выдающиеся физики мира. Сборник. М., 1951.

- Гарич Г. «Юбилей» Рентгена в «третьей империи». Архив истории науки и техники, вып. 8. М., 1936.
- Гарич Г. Д. К. Максвелл. Архив истории науки и техники, вып. 6. М., 1935.
- Гейвиш Ю. Поль Ланжевен — ученый, борец за мир и демократию. М., 1955.
- Глаголева-Аркадьева А. А. А. Г. Столетов. «Физика в школе», 1939, № 4.
- Гончаров В. В. Курчатов и ядерные реакторы. «Атомная энергия», т. 14, вып. 1, 1963.
- Григорий Самуилович Ландсберг. Сборник. М., 1953.
- Григорьян А. Г., Горнштейн Т. Н. Макс Планк. «Вестник истории мировой культуры», 1958, № 2.
- Дуков В. М. Петр Николаевич Лебедев. М., 1956.
- Елисеев А. А. В. В. Петров. М.-Л., 1949.
- Елисеев А. А., Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов — первый русский физик. М., 1961.
- Жолио-Кюри И. Жизнь и творчество Марии Склодовской-Кюри. «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 3, 1957.
- Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М., 1964.
- Идельсон Н. И. Памяти С. И. Вавилова. «Труды Института истории естествознания и техники», т. 17. М., 1957.
- Игорь Васильевич Курчатов. Биографический очерк. «Успехи физических наук», т. LXXIII, вып. 4, 1961.
- Из воспоминаний о С. И. Вавилове (Г. С. Ландсберг, П. А. Ребиндер, А. А. Лебедев, Васко Ронки, А. Е. Арбузов, Н. А. Толстой, А. В. Винтер, И. П. Бардин). Труды Института истории естествознания и техники, т. 17. М., 1957.
- Иоффе А. Ф. Моя жизнь и работа. М.-Л., 1933.
- Иоффе А. Ф. В. К. Рентген. «Природа», 1938, № 2.
- Иоффе А. Ф. Историческое значение открытия Рентгена. «Известия АН СССР», сер. физ., т. X, 1946, № 4.
- Иоффе А. Ф. Альберт Эйнштейн. В кн.: «Встречи с физиками». М.-Л., 1962.
- Иоффе А. Ф. И. В. Курчатов — исследователь диэлектриков. «Успехи физических наук», т. LXXIII, вып. 4, 1961.
- Капица П. Л. Воспоминания о профессоре Э. Резерфорде. «Успехи физических наук», т. XIX, вып. 1, 1938.
- Капица П. Л. Памяти Н. Бора. «Природа», 1963, № 1.
- Капица П. Л. Жизнь для науки. (Ломоносов, Франклин, Резерфорд, Ланжевен.) М., 1965.

- Капцов Н. А. Научные работы Александра Григорьевича Столетов. Уч. зап. МГУ. Юбилейная серия, вып. 52, 1940.
- Капцов Н. А. Дж. Дж. Томсон. «Советская наука», 1940, № 10.
- Капцов Н. А. Воспоминания о Петре Николаевиче Лебедеве. «Успехи физических наук», т. XLVI, вып. 3, 1952.
- Кедров Б. Ф. Фредерик Жолио-Кюри. М., 1958.
- Келер В. Р. С. И. Вавилов. М., 1962.
- Кикоин И. К. Игорь Васильевич Курчатов. «Атомная энергия», т. 14, вып. 1, 1963.
- К истории физики и химии в России в начале XIX века. Сб. статей и материалов под ред. акад. С. И. Вавилова. Ст. «Академик В. В. Петров. 1761—1834». М.-Л., 1940.
- Кляцкин И. Г. Генрих Герц. «Электричество», 1957, № 3.
- Кононов А. Ф. Спасский Б. И. М. В. Ломоносов как физик. М., 1961.
- Корнеева А. И. Философское значение открытий П. Н. Лебедева. М., 1959.
- Коттон Э. Семья Кюри и радиоактивность. М., 1964.
- Кравец Т. П. Памяти академика Д. С. Рождественского. «Вести АН СССР», 1940, № 10.
- Кравец Т. П. П. Н. Лебедев и световые давления. «Успехи физических наук», т. XLVI, вып. 3, 1952.
- Кубис Л. П. Эрнест Резерфорд. М., 1958.
- Кузнецов Б. Г. Фредерик Жолио-Кюри — ученый и борец за мир. М., 1952.
- Кузнецов Б. Г. Электродинамика Максвелла, ее истоки, развитие и историческое значение. Труды Института истории естествознания и техники, т. 5, 1955.
- Кузнецов Б. Г. Альберт Эйнштейн. М., 1959.
- Кудрявцев Б. Б. Василий Владимирович Петров. М., 1952.
- Кудрявцев Б. М. Михаил Васильевич Ломоносов. М., 1955.
- Кудрявцев П. С. История физики, т. I—II. М., 1948, 1956.
- Кюри Е. Жизнь Марии Кюри. М.-Л., 1944.
- Кюри М. и Е. Пьер Кюри. Мария Кюри. М., 1959.
- Лазарев П. П. Николай Алексеевич Умов. М., 1940.
- Ландсберг Г. С. Поль Ланжевен. «Успехи физических наук», т. XXXI, вып. 3, 1947.
- Ланжевен П. Избранные произведения. М., 1949.
- Лауэ М. Памяти Макса Планка. «Успехи физических наук», т. LXIV, вып. 4, 1958.
- Лауэ М. История физики. М., 1959.
- Лебедево М. Н. Бор о научном сотрудничестве. «Успехи физических наук», т. LXXX, вып. 2, 1963.

- Лебединский В. К.* Максвелл и электротехника. Архив истории науки и техники, вып. 1, 1933.
- Левшин В. Л.* Труды С. И. Вавилова в области оптики. Труды Института истории естествознания и техники, т. 17. М., 1957.
- Ливанова А.* Физики о физиках. «Знамя», 1964, № 7.
- Люди русской науки.* М.-Л., 1949.
- Люди русской науки.* М., 1961.
- Малов Н.* Генрих Герц. «Успехи физических наук», т. XIX, вып. 4 1938.
- Моно М.* Фредерик Жолио-Кюри. «Мир», 1951, № 22.
- Морозов А. А.* Михаил Васильевич Ломоносов. Л., 1952.
- Морозов А. А.* Ломоносов. М., 1961.
- Нейман Л. Р., Рахимов Г. Р.* Д. К. Максвелл. «Электричество», 1954, № 11.
- Нильс Бор и развитие физики.* Сборник. М., 1958.
- Ольберт А. А.* К пятидесятилетию Государственного оптического института. Сб. «XV лет ГОИ». Л.-М., 1934. [О Д. С. Рождественском.]
- Очерки по истории физики в России.* М., 1949.
- Планк М.* Научная автобиография. «Успехи физических наук», т. LXIV, вып. 4, 1958.
- Понтекорво Б.* Энрико Ферми. «Успехи физических наук», т. LVII, вып. 3, 1955.
- Понтекорво Б.* Не теряйте золотого времени. «Юность», 1964, № 8. [Об Э. Ферми.]
- Предводителей А. С. Н. А. Умов.* М., 1950.
- Радовский М. И.* Михаил Фарадей. М., 1946.
- Рейнберг С. А.* Жизнь В. К. Рентгена и история открытия рентгеновских лучей. В кн.: «Очерки развития медицинской рентгенологии». М., 1948.
- Рождественский Д. С.* Судьбы оптики в СССР. Сб. «XV лет ГОИ». Л.-М., 1934.
- Рябчиков Е.* Великий физик. «Правда» от 11 января 1963 г. [Об И. В. Курчатове.]
- Севченко А. Н.* Жизнь и деятельность С. И. Вавилова. Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, сер. физ.-мат., вып. 32, 1957.
- Соминский М. С. А. Ф. Иоффе.* М.-Л., 1964.
- Соминский М. С.* Генрих Герц. «Физика в школе», 1957, № 2.
- Старосельская-Никитина О. А.* Поль Ланжевэн. М., 1962.
- Тамм И. Е. Н.* Бор — великий физик XX века. «Успехи физических наук», т. LXXX, вып. 2, 1963.

- Тимирязев А. К. Александр Григорьевич Столетов. В кн.: «Столетов
А. Г. Избранные сочинения». М.-Л., 1950.
- Тимирязев А. К. Мои воспоминания о Николае Алексеевиче Умове.
«Вестник Московского университета», вып. 6, № 9, 1954.
- «Успехи физических наук», т. LXIII, вып. 2, 1957. [Посвящен памяти
Г. С. Ландсберга.]
- Фабрикант В. Работы П. Н. Лебедева по световому давлению. «Успе-
хи физических наук», т. XLII, вып. 2, 1950.
- Файнбойм И. Б. Эрнест Резерфорд. «Физика в школе», 1938, № 2.
- Ферми Л. Атомы у нас дома. М., 1953.
- Фок В. А. Поездка в Копенгаген. «Вести АН СССР», 1957, № 7.
[О Н. Боре.]
- Френкель Я. И. Абрам Федорович Иоффе. «Вести АН СССР», 1940,
№ 10.
- Фриш С. Э. Дмитрий Сергеевич Рождественский. Л., 1954.
- Шаскольская М. П. Фредерик Жолио-Кюри. М., 1959.
- Шнейберг Я. А. О батарее В. В. Петрова и его опытах с электри-
ческой дугой и разрядах в вакууме. «Электричество», 1953,
№ 11.
- Эйнштейн А. Творческая автобиография. «Успехи физических наук»,
т. LIX, вып. 1, 1956.
- Эренбург И. Г. Фредерик Жолио-Кюри. М., 1958.
- Юнг Р. Ярче тысячи солнц. Повествование об ученых-атомниках. М.,
1961.



SATURS

No autoriem	5
Pirmais krievu akadēmiķis	7
Mūsu Dzimtenes elektrotehnikas pamatlīcejs	20
«Pārsteidzošu un daudzveidīgu atklājumu» autors	27
Gaismas elektromagnētiskās teorijas rādītājs	38
«Mūžīgās patiesības daļiņu» meklējot	47
Feromagnetisma meklējumos	58
Elektronu teorijas radītājs	67
Elektrona atklājējs un aprakstītājs	77
Enerģijas plūsmas pētnieks	87
Cilvēks, kurš pārkāpis viļņu pasaules sliekšni	95
Cilvēks, kurš nosvēris gaismu	103
Drosmīgas domas cilvēks	113
Brīnumstaru atklājējs	119
Cilvēks, kurš ielūkojies neredzamajā	131
Nobeļa prēmijas laureāti	142
Cipā par atoma izmantošanu mierlaika vajadzībām	155
Zinātnieks, cīnītājs, komunisti	169
Kvantu teorijas pamatlīcejs	181
Izcilais zinātnieks	191
Dzimis, lai kļūtu par fiziķi	207
Zinātnei atdotā dzīve	217
Padomju fiziķu skolas pamatlīcejs	229
Pie padomju optikas šūpuļa	244
Padomju zinātnes virzītājs	256
Gaismas dabas pētnieks	273
Literatūra	279

G. Makejeva, P. Medvedjevs

STĀSTI PAR FIZIKIEM

Mākslinieks R. Rozīte

Tuikotāji V. Sproģe, M. Mieze, E. Strautiņa

Redaktors V. Branka. Māksl. redaktore A. Ozoliņa. Tehn. redaktore V. Irbe. Korektore R. Timma.

Nodota salikšanai 1969. g. 19. jūnijā. Parakstīta iespiešanai 1969. g. 10. novembrī. Papīra formāts 70×108/32. Tipogr. pap. Nr. 3, 9,0 fiz. iespiedl.; 12,6 uzsk. iespiedl.; 13,12 izdevn. l. Metiens 10 000 eks. Maksā 43 kap. Izdevniecība «Zvaigzne» Rīgā, Gorkija ielā 105. Izdevn. Nr. 1179/FM-123. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Preses komitejas Poligrāfiskās rūpniecības pārvaldes 1. tipogrāfijā «Cīņa» Rīgā, Blaumaņa ielā 38/40. Pasūt. Nr. 3418-n.

Макеева Галина Павловна,
Медведев Павел Емельянович

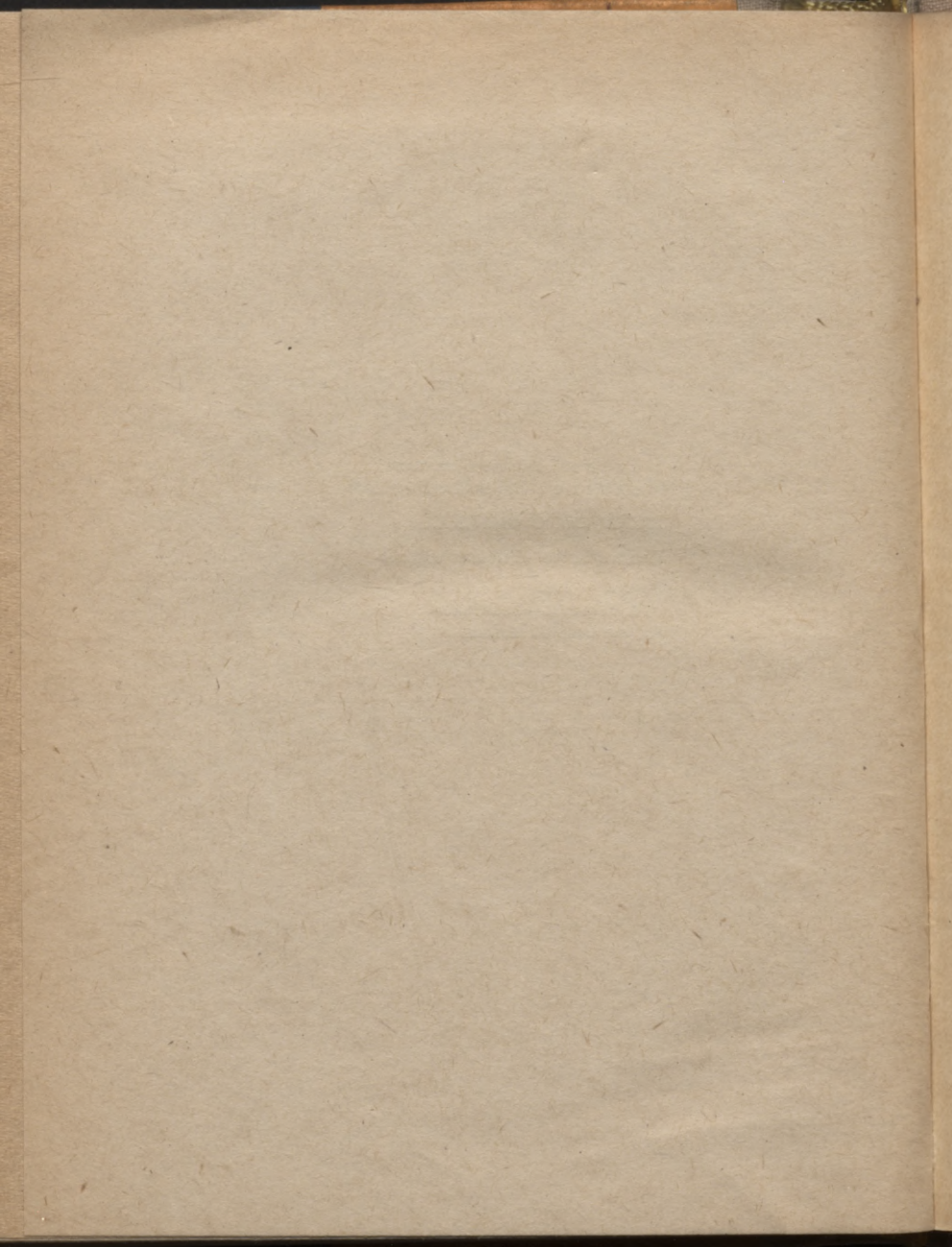
РАССКАЗЫ О ФИЗИКАХ

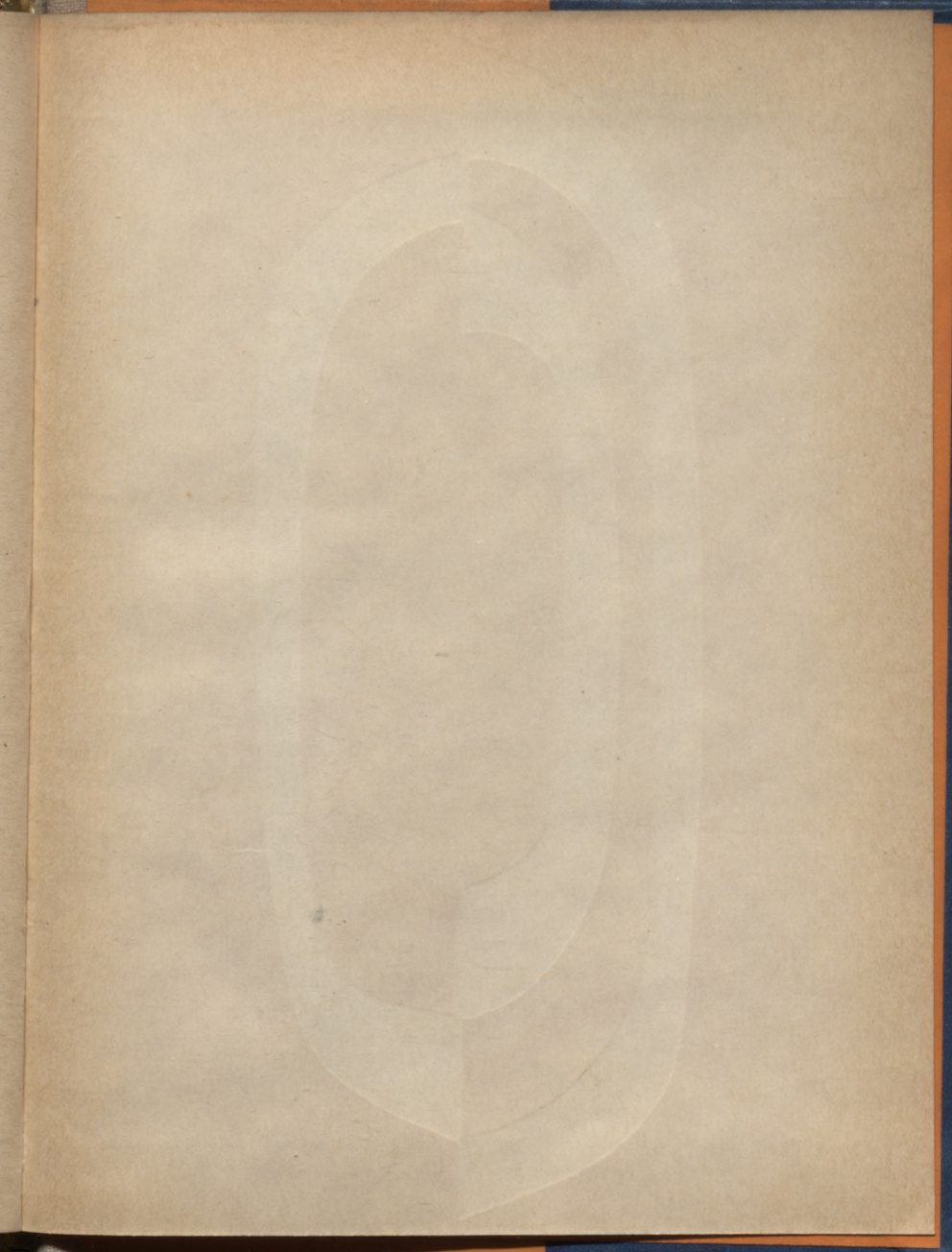
Издательство «Высшая школа»

Минск — 1966

Издательство «Звайгзне»

На латышском языке







LATVIJAS NACIONĀLA BIBLIOTEKA



0308004893



43 kap.

Kontroleksemplārs