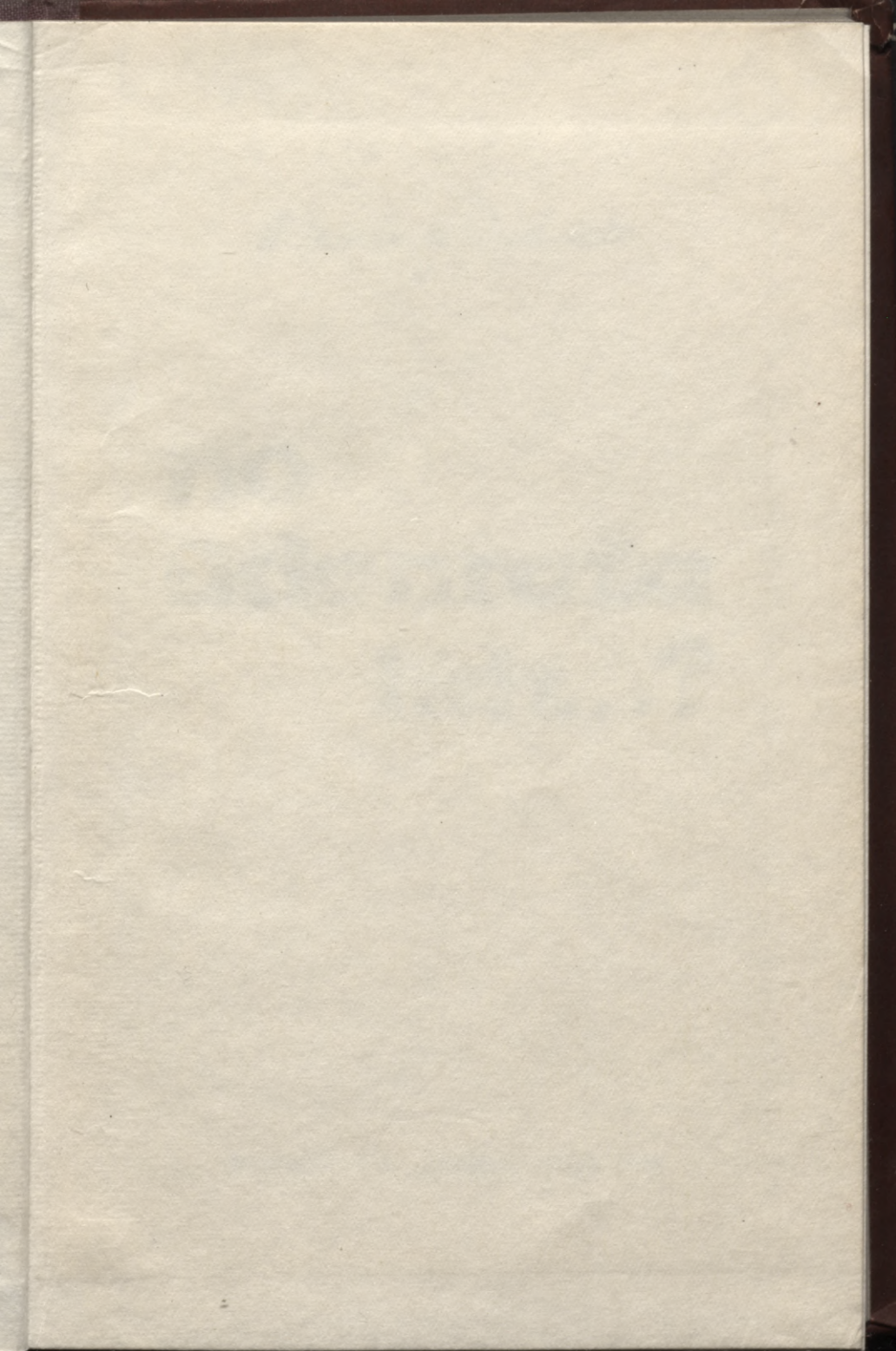


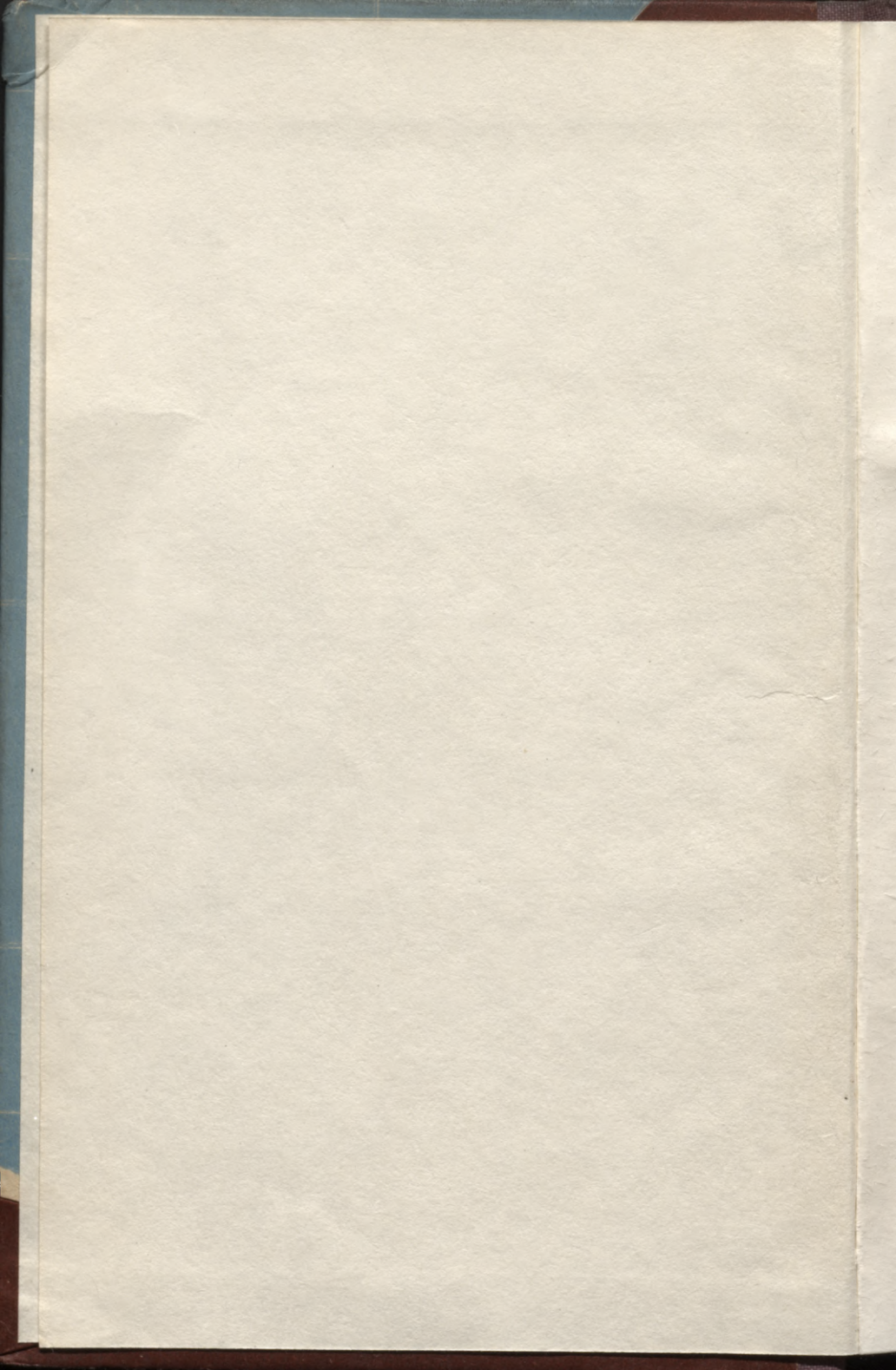
68-3
L-244

no B
ūdenraža
līdz..?

K	Ca		
		Zn	Ga
	Sc	Y	Zr
			In

P. Faube, J. Rudenko





L 68-3
244

Dubl.
L

54

P. Taube, J. Rudenko

**no
ūdenraža
līdz...?**

Izdevniecība „Zinātne“ Rīgā 1968

54(09)
Ta 861

Vija Lāča Latv. PSR
Valsts bibliotēka

68 - 47-131

0308016524

Петр Рейнгольдович Гаубе
Евгений Иванович Руденко

OT ВОДОРОДА ДО...

Издание третье

Издательство «Высшая школа»
Москва 1964

Издательство «Зинатне»

На латышском языке

*Ievērojot autoru papildinājumus,
no trešā izdevuma tulkojuši V. SVIĶE un G. BLANKENFELDS*

*Izdota saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un
izdevumu padomes 1966. g. 11. augusta lēmumu*

2-5-1

1968—82

MEKLĒJUMI TURPINĀS...

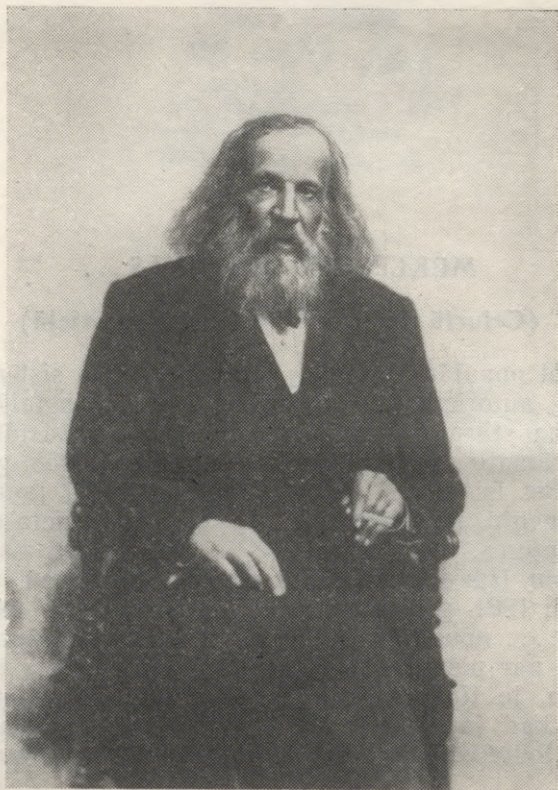
(Ceturtais izdevuma priekšvārda vietā)

Rakstot populārus stāstus par periodiskās sistēmas elementiem, autoriem jau trīs reizes bija jākonstatē bēdīgā nesaskaņa starp grāmatas nosaukumu un īstenību. Vispirms grāmatu sauca «Simt viens» (izdots 1958. g. Astrahaņā). Bet īsi pirms tās iznākšanas atklāja jaunu, simt otro elementu, un grāmatas beigās bija jāievieto attiecīgs papildinājums.

Otrajam izdevumam (izdevniecība «Высшая школа», Maskavā, 1961. g.) autori izvēlējās nosaukumu «No ūdeņraža līdz... nobēlijam?». Daudzpunkti un jautājuma zīme liecināja par piesardzību nosaukuma izvēlē, kas izrādījās pamatota, jo tipogrāfija vēl nebija beigusi salikt manuskriptu, kad jau varēja lasīt ziņojumus par jauna elementa (lourensija?) atklāšanu, kura kārtas numurs ir 103.

Vēl grūtāk bija izvēlēties nosaukumu grāmatas trešajam izdevumam; nobēlijs bija pilnīgi noraidīts, jo zviedru zinātnieku grupa, kas pētīja 102. elementu, bija kļūdījies. Par lourensiju nebija nekas konkrēts dzirdams. Tāpēc trešais izdevums (izdevniecība «Высшая школа», Maskavā, 1964. g.) iznāca ar izvairīgu nosaukumu «No ūdeņraža līdz...?». Jautājuma zīme izteica gan cerības, ka tiks atklāti jauni elementi, gan arī šaubas par nosaukumu «nobēlijs», «lourensijs»... pamatojumu.

Zinātnē joprojām turpinājās neatlaidīgi un ļoti plaši meklējumi. Jaunus elementus tagad vairs nemeklē zemes dzīlēs vai okeāna dziļumos, bet gan laboratorijās: tiek iegūti jau zināmu elementu jauni savienojumi, rodas jaunas to lietošanas jomas, dažkārt pilnīgi negaidot atklājas «vecos» vielu nezināmās īpašības, kas pamatos izmaina mūsu ierastos priekšstatus par šīm vielām.



D. Mendelejevs

Ievērojamais krievu zinātnieks ķīmiķis D. Mendelejevs (1834.—1907.) 1869. g. martā pavēstīja zinātniekiem, ka viņš atklājis jaunu dabas likumu, ko tagad pazīst ikviens vecāko klašu skolēns kā Mendelejeva periodisko likumu.

Periodiskais likums zinātnei pavēra nepārrēdzamus apvārsņus, norādīja tās tālākās attīstības ceļu un vienlaikus deva iespēju teorētiski noteikt elementu skaitu, no kuriem sastāv Zeme, Saule un Visums.

Mendelejeva elementu tabula kļuva par nozīmīgu ķīmisko pētījumu instrumentu. Pēc periodiskās tabulas tukšajām vietām, tāpat kā pēc brīvajiem krēsliem teātra parterā, bija viegli noteikt gan iztrūkstošo elementu, gan arī dabā atrodamo elementu kopējo skaitu.

D. Mendeļejevs, izmantojot periodisko likumu, divus gadus vēlāk noteica vairāku vēl neatklātu elementu īpašības. Trīs no šiem elementiem vienu pēc otra 15 gadu laikā atklāja franču, zviedru un vācu ķīmiķi. Mendeļejeva paredzētās elementu īpašības tik precīzi atbilda eksperimentos atklātajām īpašībām, ka paredzējums tiešām šķita īsts brīnums.

Starp citu, izveidojot periodisko sistēmu, Mendeļejevs tajā neparedzēja vietu vairākiem elementiem, ko atklāja pēc periodiskās sistēmas publicēšanas. Veicot neatlaidīgus pētījumus, 20. gs. sākumā pasaule uzzināja vēl par pieciem ķīmiskajiem elementiem, kuri izrādījās pilnīgi bezdarbīgi, «slinki» un kurus nosauca par inertām gāzēm.

Inertās gāzes, kurām piemīt neparastas īpašības, ievietoja speciālā grupā, ko nosauca par periodiskās sistēmas nulles grupu.

20. gs. sākums iezīmējās ar vairāku elementu atklāšanu, kurus paredzēja Mendeļejevs. Periodiskās sistēmas tukšās rūtiņas pakāpeniski saņēma «iedzīvotājus»; Ķīri laulātais pāris atklāja rādiiju — dabas brīnišķīgo elementu, ar kura atklāšanu sākās ķīmijas attīstības jauna ēra. Periodiskās sistēmas 72., 84., 89. un 91. tukšo «dzīvokli» ieņēma «iedzīvotāji», kurus sauca par hafniju, poloniju, aktīniju un protaktīniju. Savu vietu ieņēma arī nulles grupas pēdējais, sestais loceklis — vissmagākā dabiskā gāze radons. Tāpat savu vietu tabulā ieņēma arī lielā retzemju elementu ģimene. Tomēr brīvas vēl palika četras vietas elementiem ar kārtas numuriem 43, 75, 85 un 87 un vēl Mendeļejeva rezervētās vietas aizurāna jeb, kā tagad saka, transurāna elementiem. Tos visus periodiskā likuma radītājs jau paredzēja 1869.—1871. g. Te pieskaitāms arī 61. elements, kura iztrūkumu retzemju ģimenē atklāja ar precīzām rentģenanalīzes metodēm.

Pagāja gadu desmiti. Ar nezināmo elementu meklēšanu nodarbojās daudzi dažādu zemju pētnieki. Kur gan tikai nemeklēja Mendeļejeva paredzētos «nepazīstamos»! Tos meklēja gan zemes retāko minerālu sastāvā, gan sāļos, kas bija palikuši seno izžuvošo okeānu vietā, gan pamesto raktuvju tukšo iežu atliekās, gan zvaigžņu atmosfērās, kuru gaismā zemi sasniedz pēc simtiem gaismas gadu. Meklēja neatlaidīgi un nepārtraukti, ziedojoši milzīgu daudzumu spēka, eksperimentālās izdomas un bezmiega nakšu.

Laiku pa laikam meklējumus apmirdzēja cerības stars, un tā vai cita elementa «atklāšana» vainagojās ar sensacionālu paziņojumu. «Jaunatklāto» nokristīja, un viss, likās, jau bija sagatavots, lai to iemitinātu tik ilgi neapdzīvotajā periodiskās sistēmas «dzīvoklī». Bet — sekoja pārbaude un izrādījās, ka jaunais elements ir kārtējā analītiskā kļūda, un no «jaunatklātā» elementa vēsturē palika tikai tā nosaukums.

Ķīmijas vēsturē, kas saistīta ar elementu meklējumiem, ir saglabājušies vairāk nekā simt šādu nosaukumu. Austrijs un virdžīnijs, alabamijs un viktorijijs, dēvijs un demonijs, mazūrijs un nebūlijs, inkognitijs un niponijs — tie ir tikai daži nosaukumi, kas liecina gan par autoru dzimtenes mīlestību un uzticību, gan par zināmu noslieci uz mistiku un piedzīvojumiem.

Kalendārs jau skaitīja mūsu gadsimta ceturto gadu desmitu, bet Mendelejeva tabulā gandrīz nekas nemainījās. Tiesa, 75. «dzīvoklī» ieņēma elements ar poētisku vārdu — rēnijs. Tabulā 43., 61., 85. un 87. elementa vietas, kā arī transurāna elementiem paredzētās vietas palika tukšas, un dažiem zinātniekiem dažkārt radās pat šaubas, vai tikai tabulā nav kaut kas sajaukts?

Tomēr 1934. g. iezīmējās ar eksperimentālās ķīmijas ievērojamiem sasniegumiem. Irēna un Frederiks Žolio-Kirī atklāja mākslīgo radioaktivitāti — parādību, kas cilvēkam pēc savas gribas deva iespēju radīt radioaktīvo elementu dažādību. Tas tiešām bija apbrīnojams atklājums. Par šo atklājumu Irēna un Frederiks Žolio-Kirī ieguva pasaules slavu, Goda leģiona ordeni, Francijas Zinātņu akadēmijas prēmiju un 1935. g. arī Nobela prēmiju.

Itāliešu zinātnieki E. Segrē un K. Perjē 1937. g. molibdena plāksnītē, kas bija «apstrādāta» pēc Žolio-Kirī metodēm, atklāja 43. elementu. Tas izrādījās radioaktīvs elements, kas pieskaitāms elementiem, kuri uz Zemes jau sen «izmiruši». Jauno elementu, kā elementu, ko radījis 20. gs. tehnikas progress, nosauca par tehnēciju (no grieķu vārda τέχνη «māksla»).

Tehnēcijijs bija pirmā bezdelīga. Pēc iepriekš minētā paņēmiena 1940. g. ieguva 85. elementu, šajā gadā savus «dzīvokļus» sāka ieņemt arī transurāna elementi, bet 1957. g. ieguva 87. elementu.

Mendelejeva tabulā 1962. g. bija ievietoti 103 elementi, lai gan pēdējo divu elementu «liktenis» arvien paliek visai

nenoteikts. Tomēr elementu meklējumi vēl nav beigušies, tie turpinās un sola ļaudīm jaunas iespējas rūpniecībā, tehnikā un zinātnē. Kā piemēru var minēt no jauna «piedzimušo» tehnēciju, šogad tas svinēs savu 25 gadu jubileju. Tomēr, par spīti savai jaunībai, tehnēciji jau ieguvis lielu «autoritāti»; to plaši lieto korozijas procesu pētīšanai. Elementu, kura rezerves zemes garozā praktiski nav, sāka iegūt no atomreaktoru atkritumiem.

Viena ksenona spuldze «Sirijs» apgaismo milzīgu telpu, bet vairākas šādas spuldzes var apgaismot nelielu pilsētu. Argons vajadzīgs supertīru metālu ražošanai; tūlija izotops aizstāj veselu rentgena iekārtu, bet samārija radioaktīvais izotops dod iespēju izgatavot miniatūrpulksteņus bez atspērēm...

Grāmatas ceturtajā izdevumā ieviesti daudzi papildinājumi, vairākas nodaļas autori pārstrādājuši pilnīgi no jauna, ievērojot arī lasītāju aizrādījumus.

Līdzīgi iepriekšējiem izdevumiem, autori nepretendē uz visu jauno un jaunāko zinātnisko datu pilnīgu un izsmelšu izklāstījumu; pārāk liels ir šo datu apjoms un straujš to uzkrāšanās temps. Turpinot pētījumus, atklājas arvien jauni dati un fakti, kas nenovēršami palielina aprakstu apjomu. To veicināja arī lasītāju vēstules, kurās pārlicinoši ieteikts plašāk iztīrīt vairākus jautājumus. Cerot uz lasītāju aktīvu līdzdalību arī turpmāk, autori izsaka dziļu atzinību par vērtīgajiem un labajiem novēlējumiem viņu darbā.

1965. g. martā

J. Rudenko
Astrahaņā

P. Taube
Penzā

ĶIEĢEĻI PASAULES ĒKĀ

ELEMENTS, KAS NO UGUNIS RADA... ŪDENI

1. Ūdeņradis — Hydrogenium (H)

Ūdens no uguns! Tas liekas neticami, bet tomēr ir fakts. Un šo faktu pirmo reizi (1781.—1782.) konstatēja angļu zinātnieks Henrijs Kevendišs (1731.—1810.). Iedarbojoties ar sālsskābi uz dzelzi un cinku, viņš atklāja, ka šajā reakcijā izdalās nepazīstama bezkrāsaina gāze bez garšas un smaržas. Izrādījās, ka šī gāze deg. Tāpēc Kevendišs to nosauca par «degošo gaisu». Laižot elektrisko dzirksteli caur «degošā gaisa» un skābekļa maisījumu, Kevendišs ar izbrīnu ieraudzīja, ka traukā rodas ūdens. Izdarot vairākus precīzus «degošā gaisa» sadedzināšanas mēģinājumus, zinātnieks pārliecinājās, ka degšanas produkts ir tikai ūdens, «kam nav ne garšas, ne smaržas un kas, pilnīgi iztvaikojot, neatstāj nekādas manāmas nogulsnes».

Jāatzīmē, ka jau pirms Kevendiša ievērojams angļu dabas pētnieks Dž. Prīstlijs (1733.—1804.) novēroja mitruma rašanos, degot vai eksplodējot «degošā gaisa» maisījumam, bet... neveltīja tam vajadzīgo uzmanību.

Lai gan «degošais gaiss» bija zināms jau viduslaiku vācu ārstam un dabas pētniekam Paracelzam (16. gs.), bet ievērojamais angļu ķīmiķis, fiziķis un filozofs Roberts Boils (1627.—1691.) 1660. g. prata ne tikai iegūt «degošo gaisu» no sērskābes un dzelzs, bet arī savākt to traukā (ko neprata izdarīt pirms viņa), tomēr šīs gāzes elementārā daba bija konstatēta tikai 1783. g. Šajā gadā franču zinātnieks Antuāns Lorāns Lavuazjē (1743.—1794.), vēloties pārbaudīt Kevendiša eksperimentus, veica precīzus pētījumus, lai izpētītu «degošā gaisa» degšanas produktu. Tie apstiprināja, ka «degošā gaisa» degšanas produkts ir

tikai ūdens. Lavuazjē to pierādīja, ne tikai sadedzinot «degošo gaisu», bet arī sadalot tā degšanas produktu — ūdeni (tādā veidā pirmo reizi atklāja, ka ūdens ir salikta viela). Tiesa, par iegānstu ūdens analīzei noderēja Parīzes Zinātņu akadēmijas uzdevums ķīmiķim Lavuazjē un inženierim Menjē atrast lētu paņēmieni ūdeņraža ieguvei sakarā ar tolaik sākušos gaiskuģniecības attīstību.

Tā kā «degošajam gaisam» piemita spēja «radīt» ūdeni, to sāka saukt par «ūdeņradi». Ūdeņraža zinātniskais nosaukums ir «hidrogenium» (no grieķu valodas ὕδωρ «ūdens» un γεννέω «radu»).

Salīdzinot ar pārējiem ķīmisko elementu atomiem, ūdeņraža atomi ir visvieglākie; tāpēc Mendelejeva periodiskajā sistēmā ūdeņradis ieņem pirmo vietu.

Ūdeņradis ir viens no dabā visizplatītākajiem elementiem; tas sastopams it visur — uz Saules, zvaigznēs, miglājos, pasaules izplatījumā. Uz zemes ūdeņraža galvenā masa sastopama saistītā stāvoklī dažādu savienojumu veidā, galvenokārt uz zemes virsmas un kā ūdens. Zemes garozā ūdeņradis sasniedz 1% no tās svara.

Viens no ievērojamākajiem mūsdienu radioastronomijas sasniegumiem ir radiostarojuma atklāšana; šo radiostarojumu sūta «Visuma klejotājs» — starpzvaigžņu ūdeņradis. Ar astronomijas optiskajām metodēm šādu atklājumu nevarēja izdarīt, lai gan tās ļāva daudz ko uzzināt par tālo zvaigžņu pasaulēm.

Ultravioletais starojums, kas nāk no kosmosa, deva iespēju atklāt, ka zemi aptver ūdeņraža mākonis, savdabīga atmosfēra, kas sniedzas, kā noskaidrojās vēlāk, apmēram līdz 20 tūkst. kilometru augstumam.

Starpzvaigžņu telpā ūdeņraža atomi sastopami vairāku simtu reižu biežāk nekā visu pārējo elementu atomi kopā. Ūdeņradis ir pārsvarā par citiem elementiem zvaigžņu atmosfērās un ir Saules atmosfēras galvenā sastāvdaļa.

Saules dzīlēs, kur temperatūra sasniedz 20 miljonus grādu un uz vielu iedarbojas astoņus miljardus atmosfēru



liels spiediens, ūdeņraža atomi zaudē elektronus, pārvēršas par protoniem, kuri iegūst ātrumus, kādos noris kodolreakcijas. Kodolreakcijas, kas notiek ļoti augstā temperatūrā, sauc par kodoltermiskām. Šāda reakcija, kurā no četriem ūdeņraža kodoliem veidojas jau jauns ķīmiskais elements — hēlija kodols, ir Saules enerģijas avots.

Hēlija veidošanās no ūdeņraža, kā to pierādīja uz ASV 1935. g. emigrējušais vācu zinātnieks H. Bēte, Saules dzīlēs noris daudz sarežģītāk, tomēr reakcijas rezultāts ir viens un tas pats, proti, četru ūdeņraža kodolu vietā rodas hēlija kodols. Enerģija, kas atbrīvojas šajā reakcijā, nodrošina to milzīgo siltuma un gaismas izstarojuma daudzumu, kuru Saule dod jau daudzus miljardus gadu. Lai aptvertu Saules izstaroto enerģijas daudzumu, pietiek norādīt, ka šādas enerģijas ražošanai vajadzētu 180 triljonus ($18 \cdot 10^{13}$) elektrostaciju, kuru jauda ir vienāda ar Volgas HES jaudu.

Ūdeņraža ir daudz un arī maz; daudz tā ir dažādos savienojumos, piemēram, ūdenī, bet maz — brīvā stāvoklī. Brīvā stāvoklī ūdeņradis atrodams tikai vulkāniskajās gāzēs, bet dažkārt arī kā piejaukums pie dabiskās gāzes. Nelielu daudzumu ūdeņraža izdala daži augi. Lai gan ūdeņradi atrodam arī atmosfēras augšējos slāņos, tā absolūtais daudzums ir tik neievērojams, ka runāt par ūdeņraža iegūšanu no gaisa nav pat ne mazākās jēgas.

Tīrā veidā ūdeņradis ir bezkrāsaina gāze, kas 14,38 reizes vieglāka par gaisu un kam nav krāsas, smaržas un garšas. Tas nav arī indīgs. Salīdzinot ar visām pārējām gāzēm, tas visātrāk difundē, kā arī vislabāk vada siltumu (ūdeņraža siltumvadāmība 7,2 reizes pārsniedz gaisa siltumvadāmību).

Dabā ūdeņradis sastopams triju izotopu veidā — kā parastais, smagais un supersmagais ūdeņradis. Smagā ūdeņraža parastajā ūdeņradī (protijā) ir ļoti maz. Uz 5500 parastā ūdeņraža atomiem ir viens smagā ūdeņraža atoms. Smago ūdeņradi kā ūdeņraža otro izotopu sauc par deiteriju (no grieķu valodas δευτερος «otrais»). Pēc analogijas ar protonu šī atoma kodolu sauc par deitonu; bieži vien to sauc arī par deiteronu.

Deiteriju apzīmē vai nu ar latīņu burtu D, vai arī, saglabājot ūdeņraža ķīmisko apzīmējumu un norādot ar ciparu 2 deiterija masas skaitli, raksta ^2H .

Deiterijs no parastā ūdeņraža atšķiras ar kodola uzbūvi. Deiterija kodols sastāv no protona un neitrona, tāpēc deiterija atoma masa ir divas reizes lielāka par parastā ūdeņraža atoma masu. Šāda krasa atšķirība starp vienu un tā paša ķīmiskā elementa izotopu masām ir vienīgais gadījums dažādu elementu zināmo izotopu vidū. Parasto ūdeņradi, kura atoma uzbūve ir visvienkāršākā (sastāv no viena protona un viena elektrona), dažkārt sauc par protiju (no grieķu vārda *πρωτος* «pats pirmais»).

Ūdeni, kurā protijs dažkārt ir aizstāts ar deiteriju, sauc par smago ūdeni. Tas atšķiras no parastā ūdens ar savām īpašībām. Tā, piemēram, smagais ūdens nesasalst 0° temperatūrā, kā tas notiek ar parasto ūdeni, bet gan $+3,8^{\circ}\text{C}$ temperatūrā, virst nevis 100°C , bet gan $101,4^{\circ}\text{C}$ temperatūrā. Tas ir blīvāks (1,1060) par parasto ūdeni, un tajā nav iespējama dzīvība. Parastajam ūdenim vienmēr ir smagā ūdens piemaisījums. Tā ir ļoti maz, un tas sastāda 0,02% no kopējās ūdens masas. Tomēr, ja savāktu smago ūdeni no visas zemeslodes, ar to varētu piepildīt ūdenskrātuvi, kuras tilpums būtu vienāds ar Melnās jūras tilpumu.

Nelielais smagā ūdens daudzums parastajā ūdenī radija ideju par iespēju atklāt ūdenskrātuves ar palielinātu smagā ūdens koncentrāciju — savdabīgas «atradnes». Pārbaudīja jūru un ezeru ūdeņus, pilsētas kanalizācijas notekūdeņus, dažu rūpniecības uzņēmumu tehnoloģisko ūdeni, izpētīja Arktikas un Antarktīdas ledainos ūdeņus. Neatrada! Tikai Venecuēlā atklāja dabiskos avotus, kur smagā ūdens bija divas reizes vairāk nekā parasti. Par «atradnēm» šādus avotus tomēr nevar nosaukt.

Interesanti, ka Venecuēlas avotos novērotajām parādībām līdzīgas ir fiksētas... alus darītavās. Diedzējot miežus iesalam, ko izmanto par izejvielu alus izgatavošanai, dīgstošos graudos esošais ūdens bagātinās ar smago ūdeni, kas satur deiteriju.

Smago ūdeni izmanto atomenerģijas iegūšanai kodolreaktoros kā vielu, kas bremzē neitronus.

Smagā ūdens ieguve tīrā veidā ir garš un dārgs process, kas pamatojas uz ūdens elektrolīzi, kurā vispirms sadalās «parastā» ūdens molekulas, bet smagais ūdens koncentrējas apstrādājamā ūdens atlikumā.

Kā atlikums no ūdens elektrolīzes lielāki smagā ūdens daudzumi bija uzkrājušies kādā okupētās Norvēģijas

rūpnīcā Vermorkā. Uz to nu lielas cerības lika hitleriskie okupanti, domājot to izmantot jauna veida ieroča — atombumbas — radišanai. Lai nepieļautu okupantiem izstrādāt nāvi nesošo ieroci, norvēģu patrioti 1943. g. 28. februāra naktī, sadarbojoties ar angļu izpletņu lēcējiem, rūpnīcu sagrāva. Pēc tam angļu aviācijas uzlidojumi piespieda fašistisko pavēlniecību atlikušo iekārtu un smagā ūdens uzkrātās rezerves pārvest uz Vāciju. 1945. g. 20. februārī norvēģu pretošanās armijas kaujinieki uzspridzināja tvaikoni, iznīcinot kopā ar iekārtu arī 16 m³ smagā ūdens.

Smagā ūdens izmaksa vēl arvien ir liela. Pēc ārzemju preses datiem 1 m³ smagā ūdens maksā vismaz 62 tūkst. dolāru.

Smagā ūdens dārdzība izskaidrojama ar to, ka no visiem smagā ūdens iegūšanas paņēmieniem praktiski izmanto tikai parastā ūdens elektrolīzes paņēmieni. Lai iegūtu vienu tonnu smagā ūdens ar tīrību 99,9%, jāpārstrādā 30—40 tūkst. tonnas «izejvielas» — parastā ūdens.

Smago ūdeni lieto ne tikai atomenerģētikā. To plaši izmanto arī zinātniskos pētījumos, piemēram, pētot ūdens kustību naftu saturošajos slāņos, augos, ūdens uzsūkšanās ātrumu cilvēka organismā utt. Noteikts, piemēram, ka dažu augu audos ūdens pārvietojas ar ātrumu 14 m/st. Cilvēka organismā divu stundu laikā pēc iedzeršanas ūdens sadalās, bet pilnīgi izdalās no tā divu nedēļu laikā.

Ir zināms arī trešais — «supersmagais» ūdeņraža izotops. Šo izotopu sauc par tritiju (no grieķu valodas τριτος «trešais»). To var iegūt mākslīgi kodolreakciju ceļā, piemēram, «apšaudot» kodolreaktorā ar lēnām neitroniem vieglākā metāla litija atomus. Tritija atoma kodolos ir divi neitroni un viens protons. Dabā tritija ir ārkārtīgi maz. Vienu tritija atomu var atrast starp vienu kvintiljonu parastā ūdeņraža atomiem. Tritijs ir ūdeņraža radioaktīvs izotops. Tas izstaro β-daļiņas un pārvēršas par hēlija izotopu, kura atomsvars ir 3. Tritija pussabrukšanas periods ir apmēram 12,26 gadi.

Itāliešu fiziķi, kuri bija lielo enerģiju nacionālās laboratorijas (Fraskati, Romas tuvumā) līdzstrādnieki — Argans, Bedisetolli, Bizi, Pjaccioli, Piradžino un Ferero, 1962. g. beigās ziņoja par jauna ūdeņraža izotopa atklāšanu, kura masas skaitlis ir 4.

Jauno izotopu ieguva, apstarojot hēliju ar intensīvu

γ -staru kūli. Hēlijs atradās 9 at lielā spiedienā. Mēģinājumu veica, izmantojot sinhrofazotronu. Rezultātus no teica, izanalizējot Vilsona kamerā iegūtās «pavisam tikai» 15 tūkst. treku (daļiņu ceļi pēc sadursmes) fotogrāfijas.

Pēc eksperimentētāju domām, ūdeņraža jaunā izotopa veidošanās noris, γ -kvantam nokļūstot hēlija kodolā, no kura izstaro π -mezoni. Šajā reakcijā hēlija kodols zaudē vienu no saviem diviem protoniem un paliek kodols ar vienu protonu un trim neitroniem, t. i., paliek ūdeņradis-4. Izveidojies jaunais — «supersmagais» — ūdeņraža izotops pastāv tikai sekundes desmitmiljardo daļu; pēc tam, emitējot neitronu, pārvēršas par tritiju. Tiek pieņemts, ka ūdeņraža-4 atomi ārkārtīgi niecīgā daudzumā veidojas no atmosfēras hēlija kosmisko staru iedarbībā.

Brīvā stāvoklī ūdeņradi var iegūt pēc dažādiem paņēmieniem. Tehniskajām vajadzībām ūdeņradi galvenokārt iegūst, augstā temperatūrā ūdens tvaikiem savstarpēji reaģējot ar ģenerators vai dabisko gāzi. Ogļskābo gāzi, kas rodas vienlaikus ar ūdeņradi, var viegli atdalīt no tā, dzesējot paaugstinātā spiedienā. Ogļskābā gāze pārvēršas šķidrumā, turpretī ūdeņraža viršanas un kušanas temperatūra ir ļoti zema (attiecīgi $-252,8^{\circ}\text{C}$ un $-259,2^{\circ}\text{C}$), un tas paliek gāzveida stāvoklī.

Laboratoriju apstākļos visbiežāk ūdeņradi iegūst, iedarbojoties ar atšķaidītu sālsskābi vai sērskābi uz cinku. Ērts ūdeņraža iegūšanas paņēmiens ir arī ūdens sadalīšana ar elektrisko strāvu. Šo paņēmienu 1888. g. ieteica krievu zinātnieks D. Lačinovs.

Bez parastajām ūdeņraža molekulām, kas sastāv no diviem atomiem, paredz iespēju iegūt ūdeņraža trisatomu molekulas — hizoniju. Iespējams, ka hizonija pastāvēšanas laiks ir tikpat īss kā «supersmagā» ūdeņraža pastāvēšanas laiks.

Praktiski ūdeņradi izmanto visdažādākajiem nolūkiem. Ar ūdeņradi, kas ir visvieglākā gāze, piepilda gaisa balonus, meteoroloģiskās zondes, stratostatus un citus līdzīgus aparātus. Gaiskuģniecības vēsture, sākot ar franču fiziķa Šarla 18 m³ tilpuma gaisa balonu, līdz milzīgajiem vadāmajiem dirižabļiem nesaraujami saistīta ar ūdeņradi. Tomēr tā vieglā uzliesmojamība un degamība no gādījuma rakstura vai grūti novēršamiem cēloņiem (negaisa lādiņi, dzirksteles, ko rada elektrizācija, iedarbojoties berzei) ierobežoja ūdeņraža izmantošanu gaiskuģniecībā.

...Otrā pasaules kara laikā ASV visnegaidītākajās vietās no skaidrām debesīm krita bumbas, atskanēja sprādzieni, liesmoja ugunsgrēki. Par šiem noslēpumainajiem uzlidojumiem bez trauksmes signāliem un ienaidnieka lidmašīnām gaisā klusēja pat sensāciju kārā amerikāņu prese. Tikai pirms dažiem gadiem bija paziņots, ka šī noslēpumainā bombardēšana notikusi ar gaisa baloniem, kas palaisti no japāņu salām. Šie baloni bija piepildīti ar ūdeņradi, un to bija palaists vairāk nekā tūkstošus.

Pēckara gados ASV izlūkdienests centās iesūtīt arī mūsu zemē no polietilēna plēves pagatavotus caurspīdīgus gaisa balonus, kas piepildīti ar ūdeņradi (līdz $10\,000\text{ m}^3$) un apgādāti ar spiegošanai paredzētu iekārtu.

Agresīvā NATO bloka speciālisti uzskata, ka šādi ar ūdeņradi piepildīti baloni noderīgi atombumbu transportēšanai un raķešu nogādāšanai no rūpnīcām uz palaišanas laukumiem.

Ķīmiskajā rūpniecībā ūdeņradi izmanto dažādu vielu, piemēram, amonjaka (ožamā spirta sastāvdaļas), cieto tauku iegūšanai no šķidrājiem taukiem utt. Ūdeņraža īpašību degt skābeklī, radot augstu temperatūru (līdz 2500°C), ar speciālu degļu palīdzību izmanto kvarca un grūti kūstošo metālu kausēšanai, kā arī tērauda plākšņu griešanai utt.

Ļoti vilinoša ar savu lētumu ir ideja par iekšdedzes dzinēju, degvielai izmantojot ūdeņradi. Šāds dzinējs, patērējot ūdeņradi un gaisu, kā degšanas produktu izdala ūdeni.

Lai iegūtu ūdeņradi, ko varētu izmantot par degvielu, vajadzīgs tikai... ūdens. Ūdens — ūdeņraža ieguves galvenās «izejvielas» — rezerves uz zemeslodes tiešām ir neizsmeļamas un sastāda $2 \cdot 10^{18}$ (2 kvintiljoni) tonnas. Tāpat neizsmeļama ir arī lielo upju tekošā ūdens enerģija, kas elektrostacijās tiek pārvērsta elektriskajā enerģijā un kas var kalpot ūdeņraža iegūšanai no ūdens, to sadalot ar elektrisko strāvu.

«Problēmas par sabiedrības nodrošināšanu ar enerģētikas resursiem, — rakstīja akadēmiķis D. Ščerbakovs, — acīmredzot būs jārisina pa dažādiem ceļiem. Viens no tiem — kodoltermisko reakciju apgūšana — ir ķīmiķu un fiziķu ceļš. Šādu meklējumu nepieciešamību noteic nāftas, gāzes un ogļu rezervju ātrā izsīkšana, kuras faktiski nepapildinās, kamēr pieprasījums arvien pieaug.»

Energētikas bilancē pēdējā vietā nepaliks degvielas elementi, kas izmanto ūdeņradi elektriskās enerģijas tiešai ieguvei.

Atomfizikas un ķīmijas sasniegumi deva iespēju ūdeņraža izotopus izmantot praktiskiem mērķiem. Diemžēl šīs iespējas vispirms izmantoja militārām vajadzībām — ūdeņraža bumbas radišanai.

Ūdeņraža bumbā izmanto kodoltermiskās reakcijas (starp deiteriju un tritiju) enerģiju, kas rada hēliju un izdala neitronus.

Lai starp ūdeņraža izotopiem sāktos reakcija, tie jāsakarsē līdz supraugstām temperatūrām, kas sasniedz vismaz 10 miljonus grādu. Šāda temperatūra rodas, eksplodējot atombumbai, ko ūdeņraža bumbā izmanto kā detonatoru.

Pēc sava postošā spēka ūdeņraža bumba ir pārāka par atombumbu. Atombumbā atoma sprāgstvielas daudzums ir ierobežots un nevar pārsniegt noteikto, tā saucamo kritisko masu, turpretī ūdeņraža bumbā sprāgstvielu daudzums praktiski nav ierobežots.

Cerot uz ūdeņraža bumbas izgatavošanas noslēpuma monopoltiesībām, ASV imperiālisms centās iebiedēt miermīlīgās tautas un piespiest tās kalpot kapitālisma interesēm. Tomēr šis kara kurinātāju aprēķins cieta neveiksmi pašos pamatos. 1953. g. 20. augustā bija publicēts Padomju valdības paziņojums par sekmīgu ūdeņraža bumbas izmēģināšanu Padomju Savienībā. Tomēr, tāpat kā vairākos turpmākos paziņojumos, arī šajā paziņojumā Padomju valdība vēlreiz apstiprināja savu gatavību piekrist visāda veida atomieroču un ūdeņraža ieroču aizliegšanai; tas atspoguļots Maskavā parakstītajā līgumā par kodolieroču izmēģinājumu aizliegšanu ūdenī, atmosfērā un kosmiskajā telpā.

Ūdeņradis, kas ir tik nepieciešams tīru metālu iegūšanai, bābīta gultņu liešanai, meteoroloģisko novērojumu balonu un zonu palaišanai un pat pārtikas rūpniecībā, dažkārt var būt par eksploziju cēloni ogļu šahtu tuvumā. Terikoni kā Heopsa piramīdas izdaiļo ogļu šahtas. Pūš vējš — tie liesmo, nolist lietus — virsotnes sāk dūmot, bet dažkārt arī eksplodē. Vairāki ķīmiskie procesi veicina tukšajos iežos palikušo ogļu pašaiždegšanos, un lietus ūdens sadalās ūdeņradī un skābeklī, bet tas jau ir eksplozīvs maisījums — eksplozijas cēlonis.

Ir vēl viens ievērojams ūdeņraža savienojums — ūdeņraža pārskābe jeb, kā saka franči, «oksidētais ūdens» — savienojums, kas sastāv no diviem ūdeņraža atomiem un diviem skābekļa atomiem. Daži ūdeņraža pārskābes piļieni, kas pievienoti pienam, paildzina tā uzglabāšanas laiku. Gaļa, kas apmazgāta vājā ūdeņraža pārskābes šķīdumā, ilgāku laiku saglabājas svaiga. Stipras koncentrācijas (85—90%) ūdeņraža pārskābi izmanto zemūdeņu un raķešu dzinējiem, pat tādiem raķešu dzinējiem, kurus var ievietot mugursomā un pārnēsāt uz muguras, nesējam tādā veidā pārveršoties par cilvēku-lēcēju, kas līdzīgs fantastisko romānu varoņiem. Ūdeņradi izmanto arī smaržu iegūšanai un sintētiskā kaučuka vulkanizēšanai, kā arī kaulu, zīda, vilnas un salmu balināšanai. Izdabājot modes kaprīzēm, ar ūdeņraža pārskābi frizētavā «ražo» blondīnes.

TO ATRADA UZ SAULES

2. Hēlijs — Helium (He)

1868. g. 18. augustā gaidīja pilnu Saules aptumsumu. Visas pasaules astronomi rosīgi gatavojās šai dienai. Viņi cerēja atminēt protuberanču — uz Saules diska malām pilna Saules aptumsuma brīdī redzamo mirdzošo liesmu mēļu — noslēpumu. Daži astronomi uzskatīja, ka protuberances ir augsti Mēness kalni, kurus pilna Saules aptumsuma brīdī apstaro Saules stari; citi domāja — ka protuberances ir kalni uz pašas Saules; trešie mirdzošās liesmas uzskatīja par Saules ugunīgās atmosfēras mākoņiem.

1851. g. Eiropā novērojamā pilnā Saules aptumsuma laikā vācu astronoms Šmits ne tikai bija ieraudzījis liesmu mēles, bet paspējis arī novērot, ka to kontūras laika gaitā mainās. Pamatojoties uz saviem novērojumiem, Šmits secināja, ka protuberances ir sakarsētu gāzu mākoņi, ko Saules atmosfērā izsviež gigantiski izvirdumi. Tomēr tikai pēc 1860. g. 18. jūlija pilnā Saules aptumsuma, ko novēroja Spānijā, kad daudzi astronomi ar savām acīm redzēja protuberances, bet itāļu astronomam Seki un franču astronomam Delarē izdevās ne tikai tās uzzīmēt, bet arī nofotografēt, neviens vairs nešaubījās par protuberanču eksistenci.

Ap 1859. g. jau bija izgudrots spektroskops — aparāts, ar kuru, novērojot optiskā spektra redzamo daļu, varēja

noteikt kvalitatīvo sastāvu ķermenim, no kura iegūst spektru. Tomēr Saules aptumsuma dienā neviens astronoms nelietoja spektroskopu, lai ar to aplūkotu protuberanču spektru. Par spektroskopu atcerējās tikai tad, kad Saules aptumsums jau beidzās.

Lūk, kāpēc, gatavojoties 1868. gada Saules aptumsuma novērošanai, ikviens astronoms savā novērošanas instrumentu sarakstā iesaistīja arī spektroskopu. Šo aparātu neaizmirsā arī pazīstamais franču zinātnieks

Žils Žansenss, kas protuberanču novērošanai ieradās Indijā, kur pēc astronomu aprēķiniem vajadzēja būt vislabvēlīgākajiem protuberanču novērošanas apstākļiem.

Momentā, kad mirdzošo Saules disku pilnīgi aizsedza Mēness, Žils Žansenss, pētot ar spektroskopu oranžsarkanās liesmu mēles, kas izšāvās no Saules virsmas, bez trīs pazīstamām ūdeņraža līnijām — sarkanās, zilzaļās un zilās — ieraudzīja jaunu, nepazīstamu līniju — spilgti dzeltenu. Nevienai vielai, ko tolaik pazina ķيميķi, tajā spektra daļā nebija tādas līnijas. Līdzīgu atklājumu, tikai uz vietas Anglijā, izdarīja arī angļu astronoms Normans Lokjērs.

1868. g. 25. oktobrī Parīzes Zinātņu akadēmija saņēma divas vēstules. Viena, rakstīta nākamajā dienā pēc Saules aptumsuma, pienāca no Gunturas, nelielas pilsētiņas, kas atrodas Indijas austrumpiekrastē; to bija rakstījis Žils Žansenss. Otrā vēstuli 1868. g. 20. oktobrī bija uzrakstījis Normans Lokjērs no Anglijas.

Saņemtās vēstules nolasīja Parīzes Zinātņu akadēmijas sēdē. Vēstulēs Žils Žansenss un Normans Lokjērs neatkarīgi viens no otra ziņoja par vienas un tās pašas «Saules vielas» atklāšanu. Šo jauno vielu Lokjērs ieteica nosaukt par hēliju (no grieķu valodas ἥλιος «saule»).

Šāda sagādīšanās pārsteidza Parīzes Zinātņu akadēmijas zinātnisko padomi un tajā pašā laikā liecināja par jaunās ķīmiskās vielas atklāšanas objektīvo raksturu. Par godu protuberanču vielas atklāšanai nodibināja medaļu. Medaļas vienā pusē bija izcirsti Žansensa un Lokjēra



portreti, bet otrajā pusē — attēlots sengrieķu saules dievs Apolons četrjūgā. Zem ratiem atradās uzraksts: «Saules protuberanču analīze 1868. g. 18. augustā».

1895. g. Londonas ķīmiķis Henrijs Meijers pievērsa pazīstamā angļu fiziķa un ķīmiķa Viljama Ramzeja (1852.—1916.) uzmanību aizmirstam geologa Hildebranda rakstam. Sajā rakstā Hildebrands apgalvoja, ka daži retie minerāli, tos karsējot sērskābē, izdala gāzi, kas nedeg un neuztur degšanu. Starp šādiem retajiem minerāliem bija minēts kleveīts, ko Norvēģijā bija atradis ievērojamais zviedru polārpētnieks Nordenšelds.

Ramzejs nolēma izpētīt gāzi, ko satur kleveīts. Visā Londonā Ramzeja palīgiem izdevās nopirkt tikai... vienu gramu kleveīta, samaksājot par to 3,5 šiliņus. Izdalījis no šī kleveīta daudzuma dažus kubikcentimetrus gāzes un attīrījis no tās piemaisījumiem, Ramzejs to izpētīja ar spektroskopu. Rezultāts bija negaidīts: no kleveīta izdalītā gāze izrādījās... hēlijs!

Neuzticoties savam atklājumam, Ramzejs lūdza Viljama Kruksu (1832.—1919.), tā laika Londonas ievērojamāko spektrālanalīzes speciālistu, izpētīt no kleveīta iegūto gāzi.

Krukss izpētīja gāzi. Pētījumu rezultāts apstiprināja Ramzeja atklājumu. Tādā veidā 1895. g. 23. martā uz zemes atrada vielu, kas jau pirms 27 gadiem bija atklāta uz Saules. Tajā pašā dienā Ramzejs publicēja savu atklājumu, vienu ziņojumu nosūtot Londonas Karaliskajai biedrībai, bet otru — pazīstamajam franču ķīmiķim akadēmiķim Bertlo (1827.—1907.). Vēstulē Bertlo Ramzejs lūdza paziņot par atklājumu Parīzes Akadēmijas zinātniskajai sapulcei.

Neatkarīgi no Ramzeja 15 dienas vēlāk zviedru ķīmiķis Langle no kleveīta izdalīja hēliju un, tāpat kā Ramzejs, par hēlija atklāšanu paziņoja ķīmiķim Bertlo.

Trešo reizi hēliju atklāja gaisā, kur, pēc Ramzeja pieņēmuma, tam bija jānokļūst no retajiem minerāliem (kleveīta u. c.).

... Izveidojot naftas ieguves urbumu Deksterā (Kanzasas štats, ASV), 1903. g. janvārī no 100 m dziļuma izšāvās gāzes fontāns. Parasti šādu gāzi aizdedzināja. Par izbrīnu skatītājiem, kas bija sanākuši noraudzīties šajā skatā, gāze neaizdegās. Pilsētas mērs nosūtīja gāzes pa-

raugu analīzei uz Kanzasas universitāti. Izrādījās, ka šī gāze ir hēlijs. Vēlāk atrada daudz hēlija avotu. Dabiskajās hēliju saturošajās gāzēs hēlija ir no 1 līdz 10%. Hēlijs ietilpst Ziemeļfrancijas, Beļģijas u. c. ogļraktu vju gāzes sastāvā.

Nelielā daudzumā hēliju konstatēja arī dažu minerāl-avotu ūdenī. Tā, piemēram, Ramzejs atrada hēliju Pireneju kalnu Kotres veselības avotos, angļu fiziķis Džons Viljams Relejs — pazīstamā Bātas kūrorta avotu ūdeņos, vācu fiziķis Kaizers — Švarcvaldes kalnu avotos. Bādenbādenes kūrortu minerālūdens satur 0,85%, Vildbādenes — 0,71%, bet Dirkheimas ūdens — 1,8% hēlija; tas dod iespēju ik dienas iegūt 10 litrus hēlija. Tomēr visvairāk hēlija atklāts minerālos: samarskītā, fergusonītā, kolumbitā, monacītā, uranītā u. c. Ļoti daudz hēlija ir torianītā, ko iegūst Ceilonas salā. Viens kilograms torianīta, sakarsējot to līdz sarkankvēlei, izdala 10 litrus hēlija.

Drīz vien konstatēja, ka hēlijs ir sastopams tikai tajos minerālos, kuru sastāvā ir radioaktīvais urāns un torijs. α -stari, ko izstaro daži radioaktīvie elementi, nav nekas cits kā hēlija atoma kodoli, t. i., tie sastāv no diviem protoniem un diviem neitroniem, kas, piesaistot elektronus, pārvēršas par hēlija atomiem.

Hēlija rašanos izskaidro dažādi. Pēc Rodžersa aprēķiniem radioaktīvos procesos, kuros piedalās urāns un torijs, viens kubikkilometrs kalnu iežu ik gadus izdala apmēram trīs litrus hēlija. Saskaņā ar otru teoriju hēlijs izplūst no zemes dziļākajiem slāņiem, kur tas veidojies mūsu planētas dzīves agrākajās attīstības stadijās.

Hēlija vēsture ir samērā sena, bet tā pielietošanas jomas — pavisam jaunas. Hēlija ražošana ir izvērsta ļoti plaši. Tā, piemēram, ASV 1959. g. ieguva 17 miljonu kubikmetru hēlija.

Daudzas brīnumainās īpašības, kādas piemīt hēlijam, piesaistījušas tam zinātnieku uzmanību un padarījušas to par dažādās tehnikas nozarēs plaši lietojamu objektu. Šķidrā stāvoklī hēlijam piemīt supervadāmības īpašības, t. i., tas neizrāda nekādu pretestību elektriskās strāvas plūsmai vadītājā. Šķidrums hēlijs pa caurulēm tek bez berzes, tāpat tam piemīt arī superplūstamības īpašības.

Būdam daudz reizi vieglāks par citām gāzēm, hēlijs spēj izspiesties cauri stiklam un metāliem. Šī īpašība ir pamatā metodei, kā atdalīt hēliju no gāzu maisījumiem.

Metodes būtība ir šāda. Tievus stikla stobriņus, kuru iekšējais diametrs ir tikai 0,05 mm un sienīņu biezums 0,005 mm, ievieto caurulē, kurā atrodas gāzu maisījums ar iekšējo spiedienu līdz 100 at. Starp stobriņiem laižot dabisko metānu, kas satur hēlija piejaukumus, hēlijs difundē stobriņos.

Hēlijs ir caurspīdīga gāze, bez garšas un bez smaržas. Pēc atomsvara tas seko tūlīt aiz ūdeņraža.

Vēl pavisam nesen uzskatīja, ka «hēlijs ir absolūti inerts», t. i., nepiedalās nekādās reakcijās. Tagad epitets «inerts», runājot par hēliju, izrādījies kļūdainis: ir jau iegūts un izpētīts stabils hēlija savienojums — divvērtīgais hēlija fluorīds, kas, iespējams, ir tikai pirmais šādu savienojumu saimes loceklis. Tiesa, tas iegūts kodolu pārvērtībās, bet nevis klasiskās ķīmiskās reakcijās. Taču svarīgs ir rezultāts!

No visām vielām hēlijam ir viszemākā viršanas temperatūra — 269°C. Šķidrums hēlijs ir visaukstākais šķidrums. Tas «sasalst» — 272°C temperatūrā (25 at spiedienā). Šī temperatūra ir tikai vienu grādu augstāka par absolūtās nulles temperatūru.

Hēlijs ir vispiemērotākā gāze gaiskuģniecības aparātu pildīšanai. Šim nolūkam parasti lieto hēlija (85%) un ūdeņraža (15%) maisījumu. Milzīgo hēlija daudzumu (līdz 200 000 m³), kas agrāk bija vajadzīgs dirižabļu pildīšanai, ieguva galvenokārt no dabiskajām gāzēm.

Lielo pilsētu, galvenokārt Londonas un Parīzes, bombardēšanai pirmajā pasaules karā vācu pavēlniecība izmantoja cepelīnus. Tos parasti pildīja ar ūdeņradi. Tāpēc cīņa ar cepelīniem bija samērā vienkārša: aizdedzinošs lādiņš, trāpījis cepelīna apvalku, aizdedzināja ūdeņradi, cepelīns acumirkli uzliesmoja un sadega. No 123 cepelīniem, ko pirmā pasaules kara laikā uzbūvēja Vācijā, 40 cepelīnus sadedzināja šādi lādiņi.

Bet reiz angļu armijas ģenerālštābu pārsteidza sevišķi svarīgs ziņojums. Aizdedzinošo lādiņu tiešie trāpījumi vācu cepelīnā nedeva nekādus rezultātus. Cepelīns neuzliesmoja, bet lēni nolaidās, it kā no tā izplūstu kāda nezināma gāze.

Militārie speciālisti netika gudri un, neraugoties uz jautājuma sīku jo sīku apspriešanu, kāpēc cepelīni, kurus bija trāpījis aizdedzinošs lādiņš, neuzliesmoja, nevarēja

to izskaidrot. Cepelīna miklu atminēja angļu ķīmiķis Ričards Trelfols. Vēstulē Britu admirālītai viņš rakstīja: «... man šķiet, ka vācieši izgudrojuši kādu paņēmieni, kā iegūt lielā daudzumā hēliju, un šoreiz bija piepildījuši sava cepelīna apvalku nevis ar ūdeņradi, kā parasti, bet gan ar hēliju...»

Tomēr Vācijā nebija ievērojamu hēlija ieguves avotu. Tiesa, hēlijs atrodas arī gaisā, bet ļoti mazā koncentrācijā — 1 m³ gaisa ir tikai pavisam 5 cm³ hēlija. Turklāt Lindes sistēmas saldētājmašīna, vienā stundā pārvēršot šķidrumā vairākus simtus kubikmetru gaisa, šai laika sprīdī spēja dot ne vairāk par 3 litriem hēlija.

Stundas laikā 3 litri hēlija! Cepelīna piepildīšanai vajadzīgs 5—6 tūkst. kubikmetru hēlija. Lai iegūtu šādu hēlija daudzumu, vienai Lindes sistēmas mašīnai vajadzētu strādāt bez pārtraukuma apmēram divsimt gadus; 200 šādas mašīnas vajadzīgo hēlija daudzumu spētu dot vienā gadā. Celt divsimt rūpnīcu gaisa pārvēršanai šķidrumā, lai varētu iegūt hēliju, ekonomiski ir pārāk neizdevīgi, bet praktiski — bezjēdzīgi.

No kurienes tad vācu ķīmiķi ieguva hēliju?

So jautājumu, kā noskaidrojās vēlāk, vācu ķīmiķi bija atrisinājuši samērā vienkārši. Jau ilgi pirms kara vācu kuģniecības kompānijām, kas pārvadāja preces uz Indiju un Brazīliju, tika dots norādījums atpakaļceļā neuzņemt vis parasto balastu, bet gan monacīta smiltis, kas saturēja hēliju. Tādā veidā bija radīta «hēlija izejvielas» rezerve — apmēram 5000 tonnu monacīta smilšu, no kurām ieguva hēliju cepelīniem. Bez tam hēliju ieguva no Nauheimas minerālavotu ūdens, kas diennaktī deva līdz 70 m³ hēlija.

Notikums ar nedegošo cepelīnu deva ierosmi jauniem hēlija meklējumiem. Hēliju pastiprināti sāka meklēt ķīmiķi, fiziķi un ģeologi. Tā vērtība negaidot milzīgi pieauga, 1916. g. 1 m³ hēlija maksāja 200 000 rubļu zeltā, t. i., 200 rubļus litrā. Ja ievēro, ka 1 litrs hēlija sver 0,18 g, tad 1 g hēlija maksāja vairāk par 1000 rubļiem.

Hēlijs kļuva par komersantu, spekulantu un biržas darboņu «medību» objektu. Hēliju ievērojamā daudzumā atrada dabiskajās gāzēs, kas izplūst no zemes dziļēm ASV Kanzasas štatā, kur Fortvorsas pilsētas tuvumā pēc ASV iesaistīšanās karā uzcēla hēlija rūpnīcu. Tomēr karš beidzās un hēlija rezerves palika neizmantotas, hēlija

vērtība strauji pazeminājās, un 1918. g. beigās 1 m³ hēlija maksāja tikai apmēram 4 rubļus.

Ar tādām grūtībām iegūto hēliju amerikāņi izmantoja tikai 1923. g., kad ar to piepildīja tagad jau mierlaika vajadzībām izgatavoto dirižabli «Shenandoah». Tas bija pasaulē pirmais un vienīgais ar hēliju pildītais kravas un pasažieru gaisa kuģis. Tomēr tā mūžs izrādījās īss. Divus gadus pēc «piedzimšanas» dirižabli «Shenandoah» iznīcināja vētra. 55 tūkst. m³ hēlija, gandrīz viss pasaules hēlija krājums, kas bija savākts sešu gadu laikā, izklīda atmosfērā vētras laikā, kura turpinājās tikai 30 minūtes.

«Tagad dirižabļus vairs nebūvē»... šī frāze vienmēr atrodama stāstos par hēliju. Taču... NATO speciālisti, norūpējušies, ka, pārvadājot raķetes pa ceļiem, bojājas jutīgie automātikas mezgli un bez tam milzīgās raķetes vispār grūti pārvadāt caur tuneļiem un pāri tiltiem, ieteic raķešu «pārvadāšanai» dirižabļus. Amerikāņu žurnāls «Missiles and Rockets» ziņo, ka šim nolūkam būvē lielus dirižabļus. No laikrakstu ziņojumiem, kas nesen pavīdēja, ir zināms, ka no «gaisa» baloniem, kas pildīti ar hēliju, neatsakās arī zinātnieki. Tā, piemēram, piepildot ar hēliju milzīgu balonu, kas paredzēts Marsa novērošanai, tas Teksasas štatā eksplodēja un liels gāzes daudzums izplūda atmosfērā.

Citu, pilnīgi miermīlīgu mērķu interesēs darbojas entuziastu grupa, kas Ļeņingradā nodibināja sabiedrisko konstruktoru biroju. Biroja līdzstrādnieki projektē pirmo lauksaimniecības dirižabli, kas paredzēts minerālmēslu transportēšanai, kā arī lauksaimniecības augu kaitēkļu un slimību apkarošanas ķīmikāliju pārvadāšanai. Dirižablim nav vajadzīgs nosēšanās laukums, to nebaida bezceļa apstākļi, bet ekspluatācijas izdevumi, salīdzinot ar lidmašīnu, samazinās 4—5 reizes un, salīdzinot ar helikopteru, — pat 10—12 reizes!

Zemūdens darbos hēliju izmanto mākslīgā gaisa iegūšanai. Mākslīgo gaisu, kura sastāvā slāpekļis daļēji aizstāts ar hēliju, lieto, lai atvieglinātu ļoti lielā dziļumā strādājošu ūdenslīdzēju elpošanu.

Kā zināms, gāzu šķīstamība šķidrums, ja pārējie apstākļi ir vienādi, ir tieši proporcionāla spiedienam. Ūdenslīdzējiem, kas strādā ļoti augsta spiediena apstākļos, asinīs slāpekļa izšķīdināts daudz vairāk nekā normālos apstākļos — virs ūdens. Paceļoties no dziļuma, kad spiediens

tuvojas normālajam, slāpekļa šķīstamība samazinās un tā pārākums sāk samazināties. Ja pacelšanās notiek strauji, izšķīdināto gāzu pārākums izdalās tik vētraiņi, ka asinis un ar ūdeni bagātie organisma audi, kas piesātināti ar gāzi, saputojas no daudzajiem slāpekļa burbuliņiem, tāpat kā puto šampānietis, atverot pudeli. Slāpekļa burbuliņu veidošanās asinsvados traucē sirdsdarbību; šie burbuliņi, iekļūstot smadzenēs, traucē smadzeņu darbību un rada smagus organisma dzīvības procesu traucējumus, kas var beigties pat ar nāvi. Lai novērstu šīs bīstamās parādības attīstību, kura pazīstama ar «kesona slimības» nosaukumu, ūdenslīdzēju pacelšanās notiek ļoti lēni. Sajā gadījumā izšķīdinātās gāzes izdalās pamazām, neradot nekādus traucējumus organisma dzīvības procesos.

Lietojot mākslīgo gaisu, kurā slāpekļis aizstāts ar hēliju, kam ir mazāka šķīstamība, kaitīgās parādības tiek novērstas gandrīz pilnīgi. Šis apstākļi dod iespēju palielināt ūdenslīdzēju darba joslas dziļumu līdz 100 metriem un dziļāk, kā arī pagarināt viņu atrašanās laiku zem ūdens.

Kā pierādījuši eksperimenti, hēlijs ir ļoti vērtīgs līdzeklis palīdzības sniegšanai astmas slimniekiem, kā arī bērniem, kas slimo ar difteriju vai citām slimībām (piemēram, ar t. s. krupu), kad sašaurinās elpošanas ceļi. Skābekļa un hēlija maisījuma ieelpošanai vajadzīga mazāka piepūle, tāpēc slimnieka elpošana tiek atvieglināta.

Kodoliekārtās, kurās paredzēti gāzveida siltumnesēji, vispiemērotākā ir hēlija gāze. Hēlija priekšrocība ir tā, ka, apstarojot ar neitroniem, tas nekļūst radioaktīvs; līdz ar to tiek vienkāršota aizsardzība pret radioaktīvo starojumu un atkrīt nepieciešamība pēc divkontūru shēmas. Tomēr patlaban ir grūti ieviest šādas iekārtas, jo hēlijs spēj pilnīgi netraucēts izspiesties caur metāliem.

VIEGLĀKAIS METĀLS

3. Litijs — Lithium (Li)

Analizējot Uto (Zviedrijā) dzelzs rūdas raktuvēs iegūto minerālu petalītu, ķīmiķis Arvedsons 1817. g. konstatēja nepazīstamu atlikumu (apmēram 4%). Radās doma, ka tajā ir jauna ķīmiska viela. Atkārtoti eksperimenti pierādīja, ka atlikums, kas atradās ūdens šķīdumā, ir nātrijs

sulfāts. Sikāki pētījumi pierādīja, ka tas ir nezināma sārma metāla sulfāts. Bercēliuss to nosauca par «litionu» (no grieķu valodas λίθος «akmens»), jo atšķirībā no kālija un nātrija, kurus līdz tam laikam atrada tikai augu pelnos, jaunā ķīmiskā viela bija atrasta arī akmenī. Jau 1825. g. Bercēliuss atrada litiju Vācijas minerālavotos.

Brīvā veidā litiju 38 gadus pēc tā atklāšanas ieguva vācu ķīmiķis R. Bunzens (1811.—1899.) un neatkarīgi no viņa angļu fiziķis O. Matisens. Litījs ir sidrabaini balts, ārkārtīgi viegls metāls. Tas ir visvieglākais no visiem metāliem. Litījs ir 5 reizes vieglāks par alumīniju un gandrīz 2 reizes vieglāks par ūdeni. Tāpēc litījs peld ne tikai ūdenī, bet pat petrolejā. Lidmašīnu, kas izgatavota no litija, varētu viegli pacelt... divi cilvēki!

Tomēr no litija nevar izgatavot ne tikai lidmašīnu, bet pat tējkaroti ne, jo metāls enerģiski savienojas ar gaisu un ūdeni, veidojot vielas, kam nemaz nav mehāniskās izturības. No litija izgatavota tējkarote, jau pirmo reizi saskaroties ar tēju, pazustu bez jebkāda atlikuma. Tējkarote «izšķīstu», vētrāini izdaloties ūdeņradim, kuru litījs izspiestu no ūdens. Dabā litija ir ļoti daudz, tas sastāda 0,02% no zemes garozas atomu skaita. Lielākās litija savienojumu atradnes ir Kanādā, ASV un Dienvidrietumāfrikā. Padomju Savienībā litija minerālu atradnes ir Kazahijā un Vidusāzijā. Samērā nesen šķīstošos litija savienojumus atrada sālsezeru piesātinātajos šķīdumos. Tā, piemēram, Kalifornijā Serlsa ezera sāls nogulumu slānī atklāja ar piesātinātu sāls šķīdumu pildītus dobumus; šai sāls šķīdumā konstatēja līdz 0,02% litija savienojumu (litija hlorīda). Šķīstošie litija savienojumi atrodami arī dažos avotos. No tiem plašāk pazīstami ir Viši un Dirkheimas kūrortu avoti.

Nozīmīgākais minerāls, kas satur litiju, ir spodumens (trifāns), kura kristālu svars dažkārt sasniedz vienu tonnu, bet Etas raktuvē Dienviddakotā (ASV) atrada 16 metrus garu adatveida spodumena kristālu, kas svēra 100 tonnas.

Litiju lieto metalurģijā. Ļoti necīga tā piedeva (līdz 0,005%) nodrošina pilnīgu krāsaino metālu, hromņiķeļa tērauda un čuguna atbrīvošanu no oksīdiem — dezoksidēšanos. Tā kā litījs ķīmiski ir ļoti aktīvs, tas viegli reaģē ar skābekli, slāpekli un sēru, kas izšķīdināti varā, atbrīvojot pēdējo no šo elementu piejaukuma. Pievienojot

nedaudz litija alumīnijam, magnijam un citiem metāliem, palielinās to mehāniskā izturība un tie kļūst daudz izturīgāki pret skābju un sārmu iedarbību. Litija tvaikos var metināt alumīniju.

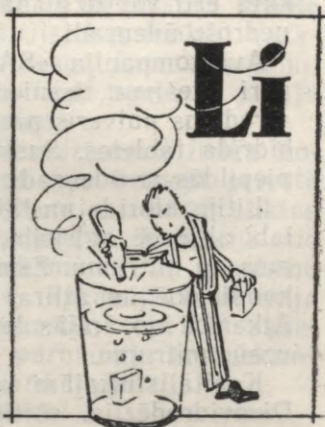
Litija īpašību pētīšana, jaunu atradņu un izmantošanas iespēju meklēšana atgādina «urāna drudzi» 40. gadu sākumā. Pietiek norādīt, ka pēdējos 20 gados alumīnija ražošana palielinājusies 8 reizes, bet litija — vairāk nekā 50 reizes. Tikai Japānā vien 1962. g. izlietoja vairāk nekā 10 tonnu metāliskā litija un vairāk nekā 300 tonnu dažādu litija savienojumu.

Tā kā litijs reaģē ar ūdens tvaikiem, skābekli un slāpekli, dažu metālu karsēšanas krāsnīs ar litija tvaikiem rada aizsargatmosfēru. Šis pašas īpašības dēļ metālisko litiju izmanto, attīrot no slāpekļa paliekām argonu un neonu, ar ko piepilda elektriskās spuldzes.

Ja stikla pudelē ar labi pieslīpētu aizbāzni ieliksīm niēcīgu metāliskā litija gabaliņu, pudeli būs grūti atvērt. Istabas atmosfērā litijs absorbē slāpekli un skābekli un rada traukā vakuumu.

Litija ražošanas izejvielai ir šāds izotopu sastāvs: litija-6 — 7,35%, litija-7 — 92,65%. Litiju-6 izmanto kodolreakcijās tritija iegūšanai, litiju-7 mazās neitronu absorbcijas dēļ — atomreaktoros kā siltuma pārnēsātāju. Tādā veidā tagad litija izmantošanas galvenā sfēra ir kodoltermiskie procesi.

Izmanto arī litija savienojumus. Īpašu uzmanību pelna litija un ūdeņraža savienojums — litija hidrīds, kas ir savdabīgs materiāls ūdeņraža iegūšanai. Tikko uz šo savienojumu iedarbosies ūdens, tūlīt sāks izdalīties ūdeņradis. No 1 kilograma litija hidrīda var iegūt vairāk nekā 2500 litrus ūdeņraža. Tādā veidā no diviem kilogramiem litija hidrīda var iegūt tikpat daudz ūdeņraža, cik tā ietilpst 80 kg smagā tērauda balonā, kurā ūdeņradis atrodas 120—150 atspiedienā. Tāpēc litija hidrīdu var uzskatīt par savdabīgu «noliktavu» un kompaktu «iesaiņojumu»,



kurā ērti var uzglabāt un transportēt kaprīzo un ugunsnedrošo ūdeņradi.

Aviakompānija «SAS» ikvienam pasažierim, kas lido pāri okeānam, izsniedz glābšanas vestī, kuras kabatās atrodams pulveris pret haizivīm, bet vestes oderē — litija hidrīda tabletes. Saskaroties ar ūdeni, veste automātiski piepildās ar ūdeņradi.

Litija hlorīds un litija bromīds, kā arī litija hidroksīds, labi absorbē ogļskābi, amonjaku, organiskos amīnus, dūmus un mitrumu. Zemūdenēs un kosmiskajos kuģos gaisu kondicionē un attīra, izmantojot šos litija savienojumus. Atkarībā no ārējās temperatūras litija hlorīds izdala vai uzsūc mitrumu.

Kapitālistiskajām valstīm litija savienojumus piegādā Dienvidrodēzija. Litija savienojumu izmantošana sasniedz pārsteidzošus apmērus; 1960. g. ASV ražoja 2500 tonnas litija savienojumu.

Litija savienojumi aizstāj svinu, izgatavojot televizoru kineskopu stiklus. Stiklrūpniecībā to piedeva ļauj iegūt stiklu ar lielām ultravioleto staru caurlaides spējām un mazu termisko izplešanos, kā arī tā sauktos «opāla» stiklus un saulesbrīļu stiklus.

Sārnu akumulatoros litija hidroksīda piedeva ievērojami palielina to elektrisko kapacitāti. Dažus litija savienojumus (litija karbonātu un salicilātu) lieto medicīnā urīnskābes šķīdināšanai. Pēdējai uzkrājoties organismā, sākas podagra.

Litiju var atrast augu organismu sāļos. Tomēr litija funkcija tajos nav noskaidrota. It īpaši daudz litija ir brūnajās un sarkanajās jūras aļģēs. Sauszemes augos samērā lielos daudzumos tas atrodams gundegās, baldadžos un tabakā. Sadegot tabakas lapām, daļa litija paliek pelnos (tabakas pelni). Izmantojot litija savienojumu spēju pātrināt (katalizēt) dažas reakcijas, ar efektīvu mēģinājumu var uzskatāmi parādīt, ka tabakas pelnu sastāvā ir litijs.

Ja pamēģināsim aizdedzināt gabaliņu cukura sērkokciņa liesmā, redzēsim, ka cukurs sāk kust, bet nedeg. Ja turpretim uz cukura gabaliņa vietā, kuru karsē, uzber tabakas pelnus, tad viegli var «aizdedzināt» cukuru, kas litija sāļu klātbūtnē sāk degt līdzīgi papīram.

Dzīvnieku organismos litijs galvenokārt ir aknās un plaušās.

Iemetiet ugunskurā sāls šķipsnu, un ugunsкура liesma kļūs dzeltena. So nokrāsu dod nātrijs, kas ietilpst vāramās sāls sastāvā. Litija sāļi krāso liesmu karmīnsarkanu; šī pati krāsa skaidri redzama arī litija spektrā, pat ja litija koncentrācija ir ārkārtīgi niecīga.

Kā jautru anekdoti var pastāstīt pazīstamā fiziķa Roberta Vuda «nedarbu». Studentiem, kas dzīvoja privātā pansionātā, radās aizdomas, ka saņemtais uzturs ir sliktas kvalitātes. Vai tikai saimniece negatavo brokastis no iepriekšējās dienas pusdienu atliekām? Vuds pusdienu laikā atstāja uz šķīvja gabalu gaļas, apkaisījis to ar litija hlorīdu. Saņēmis otrajā dienā brokastis, viņš tās sadedzināja mufeļā krāsnī, bet pelnus pārbaudīja ar spektroskopu. Bija redzama nodevīgā sarkanā līnija!

Pansionāta saimniece bija atmaskota!

Pēc akadēmiķa V. Fesenkova uzskatiem, litijam ir nepārspējama loma procesos, kas noris uz zvaigznēm un sauli sistēmās. Litija un ūdeņraža atomi piedalās kodoltermiskā reakcijā, radot beriliju un hēliju. Izdalās milzīgs siltuma daudzums un rentgenizstarojumam līdzīgs starojums. Mūsu Saule ir jau pārdzīvojusi litija ciklu, un litijs kā kodoldegviela uz tās jau ir izbeidzies.

SALDAIS OKSIDS

4. Berilijs — Beryllium (Be)

Franču ķīmiķis Voklēns (1763.—1829.) 1798. g. pētīja minerāla īpašības, kurš zinātnē pazīstams kā berils.

Par berilu (no grieķu valodas *berillos* «spīdošs» — akmens nosaukums) sauca īpašu minerālu, kas mirdz zaļganzilā vai zaļā krāsā un kuru tā dažādo nokrāsu un dzidruma dēļ jau senos laikos uzskatīja par dārgakmeni. Zaļganzilās krāsas akmeņus sauc par akvamarīniem, bet zaļās krāsas akmeņus — par smaragdiem. Pilnīgi dzidri smaragdi ir sastopami ļoti reti, un starp zaļās nokrāsas pusdārgakmeņiem tos uzskata par visvērtīgākiem. Viens no šādiem dārgakmeņiem piederēja Romas imperatoram Neronom, kurš to izmantoja par monokli. Starp citu, kā vēsti vēsture, caur šo smaragdu Nerons skatījies uz Romu, kad to nodedzināja pēc viņa pavēles.

Smaragds ir akmens, kura krāsu apdzied visas pasaules dzejnieki. Pēc indiešu nostāstiem smaragds «atgādina

jauna papagaiļa kakla spalvu krāsu... jaunu zāli... pāva astes spalvu rakstu...». «Tas ir zaļš, tīrs un maigs, kā pavasara zāle,» par smaragdu rakstīja A. Kuprins. Jūsmojot par smaragdiem, M. Lomonosova laikabiedrs V. M. Severgins teica: «...nekas nespēj būt zaļāks par smaragdu...»

Interesējoties par berila, šī brīnumainā dabas veidojuma īpašībām, Voklēns izdalīja no šī minerāla un pietiekami sīki aprakstīja alumīnija oksīdam līdzīgu vielu. Šo «zemi» (senos laikos par «zemēm» ķīmijā sauca metālu oksīdus, ko ieguva, izkarsējot metālus gaisā), kas spēja dot saldās garšas savienojumus, nosauca par glicīnu (no grieķu valodas γλυκύς «salds»).

Metālisko beriliju pirmo reizi ieguva 1828. g. vācu ķīmiķis Fridrihs Vēlers un francūzis A. Bizī no berilija hlorīda, to reducējot ar metālisko kāliju. Tomēr tas bija samērā netīrs berilijs. Tikai pēc 70. gadiem Lebo, elektrizējot niķeļa tiģeli nātrija un berilija fluora savienojumus, ieguva ļoti tīru beriliju.

Krievu ķīmiķi metālu pēc saldā oksīda — glicīna nosauca par gliciju. Vēlāk šo metāla nosaukumu atvasināja nevis no saldās «zemes», no kuras tas bija iegūts, bet gan no minerāla, no kura pirmo reizi ieguva pašu saldo «zemi». Pirmo reizi to lietoja Harkovas profesors F. Gīze 1814. g. Tādā veidā ķīmijas valodā radās jauns glicija nosaukums — berilijs. Vispār terminu «berilijs» sāka lietot 19. gs. 60. gados. Laika gaitā šo jaunatklātā metāla nosaukumu pieņēma ķīmiķi gandrīz visā pasaulē. Starp citu, Francijā līdz pat šim laikam beriliju sauc par glicīniju jeb gliciju, termina «berilijs» un tā ķīmiskā simbola Be vietā lietojot latīņu vārdu *glycinium* un ķīmisko simbolu Gl.

Berilijs sastāda 0,001% no kopējā zemes garozas atomu skaita. Tāpēc beriliju var uzskatīt par dabā pietiekami plaši izplatītu elementu.

Tīrā veidā berilijs ir viegls (blīvums 1,82), ciets (viegli griež stiklu), tēraudpelēks metāls, pret koroziju izturīgs. Sīkākus berilija savienojumu pētījumus pirmo reizi veica krievu ķīmiķis I. Avdejevs, kas arī noteica berilija oksīda formulu.

Tehnikā berilijs ir ļoti «jauns» metāls. Tā ieguve palielinājusies šādi: 1923. g. ražoja 0,5 kg berilija, 1927. g. —

6,0 kg, bet 1957. g. — ASV atom-enerģijas komisija noslēdza līgumu par 450 tonnu berilija piegādi ik gadus. Radās arī jauns tehnisks termins «kodoltais berilija oksīds», kas nepieciešams atomzemes enerģijas un spēka iekārtas izveidošanai. Berilija ieviešanu atomenerģētikā, proti, reaktoru siltumizdalītāju elementu un neitronu atstarotāju izgatavošanai, sekmēja tādas šī metāla aprīņojamās īpašības kā mazais atomsvars, kā arī berilija spēja atstarot neitronus un noturība pret apstarojuma un augstu temperatūru iedarbību.



Vara sakausējumi ar nelielu berilija piedevu (līdz 2%), kurus sauc par berilija bronzu, ir izturīgi benzīnā, eļļās un jūras ūdenī, bet, pats galvenais, tie nerada dzirksteles, atsitoties pret citu metālu vai akmeni. Berilija izstrādājumi ir ne tikai ķīmiski, bet arī fiziski izturīgi; maz dilst un labi saglabā sākotnējos izmērus ļoti plašā temperatūras diapazonā; šī pēdējā īpašība ir ārkārtīgi svarīga, izmantojot beriliju hioskopu un skaitļojamo mašīnu atmiņas iekārtu detaļām. No berilija bronzas izgatavo arī atsperes un atsperojuma detaļas, elektriskos kontaktus, pulksteņu mehānismu detaļas, zobratus un zobriteņus. Beriliju vajadzīgs gan raķetēm, gan arī... klavieru stīgām. Skaņas izplatīšanās ātrums berilijā un tā sakausējumos ir 2,5 reizes lielāks nekā tēraudā. Berilija bronza labi skan: boksa ringa gongi, pūtēju orķestra taures, ģitāru un klavieru stīgas — tas viss ir izgatavots no berilija bronzas.

Attīstoties augsto lidojumu tehnikai, berilija sakausējumi ar magniju, alumīniju, titānu un citiem metāliem īpaši lielu nozīmi iegūst stratoplānu un raķešu būvniecībā.

Lidmašīnu bremžu diski, kur nosēšanās momentā izdalās tik daudz siltuma, vadāmo lādiņu koniskās smailes, supersonisko (virsskaņas) lidmašīnu spārnu šķautnes, kosmisko kuģu apšuvums — tie ir tikai daži objekti, kuru izgatavošanai izmanto beriliju ar tā neparastajām siltum-

īpašībām, augsto siltumietilpību un izturību par 830°C augstākās temperatūrās.

Metāliskais berilijs viegli laiž cauri radioaktīvo starojumu. Ar berilija foliju nosedz rentģena cauruļu un Geigera skaitītāju «lodziņus», lai samazinātu pretestību staru izejai rentģena iekārtās un daļiņu iekļūšanai Geigera skaitītājā. Rentģena cauruļu «lodziņiem» vajadzīgas tikai dažu milimetru biezas berilija plāksnītes, tomēr tās izgatavo nevis velmējot, bet gan sagriežot berilija stieni ar karborunda disku. Kāpēc plāksnītes nevelmē? Velmešanas procesā berilijs jāsakarsē, bet sakarsēts berilijs absorbē gāzes.

Berilijam bija liela nozīme atoma uzbūves zinātnes attīstībā, jo berilijs, iedarbojoties α -daļiņām, izstaro neitronu plūsmu. Tādā veidā pētnieks, kam laboratorijā ir pavisam niecīgi daudzumi rādija savienojumu — α -daļiņu avota, var izveidot arī «iekārtu» neitronu iegūšanai.

Berilija starojuma dabu izdevās noskaidrot Čedvikam 1932. g. Izrādījās, ka starojums ir daļiņu plūsma, kuru masa ir aptuveni vienāda ar protonu masu, bet atšķirībā no protoniem nenes elektrisko lādiņu. Šis daļiņas nosauca par neitroniem.

Elektriskā lādiņa iztrūkums ārkārtīgi atvieglina neitronu ievadīšanu citu elementu atomos, padarot neitronu par atomu artilērijas efektīvu «lādiņu» kodolreakciju realizēšanai.

Vienkāršākais neitronu avots var būt stikla ampula, kurā ievietots berilija pulveris ar nelielu daudzumu rādija. Ja šādā ampulā ir 0,1 grams rādija sāļa, ik sekundi var iegūt vairākus simttūkstošus neitronu.

Berilijs ir ugunsturīgs (kušanas temperatūra 2570°C), kā arī stipri inerts sakarsētā stāvoklī pret daudziem izkausētiem metāliem un to sāļiem, tāpēc to izmanto ugunsturīgu tīģeļu pagatavošanai.

Visi šķīstošie berilija savienojumi ir indīgi; to lielākai daļai ir salda, šķērma garša.

Par berilija savienojumu indīgumu uzzināja nejauši. Dienas gaismas luminiscējošo spuldžu iekšējās sienas ir pārklātas ar maisījumu, kurā ietilpst berilija oksīds. Rūpnīcā, kurā izgatavo šādas dienas gaismas spuldžu caurules, ļoti ātri ievēroja, ka, pat nedaudz iegriežot pirkstā ar sasistas caurules stiklu, strādnieki bieži vien saindējās. Vainīgais izrādījās «saldais» berilijs.

BEZ TĀ NEZIED AUGI

5. Bors — Borum (B)

Bora savienojumus pazina jau arābu alķīmiķi. Leģendārais Džabirs-ibn-Haijans, kas dzīvoja apmēram no 721. līdz 815. g. Bagdādē, pazīstamā kalifa Harun-al-Rašida laikā, savos apcerējumos vienu no šiem savienojumiem apzīmē ar vārdu «*boraks*» (vārds *boraka* nozīmēja «spīdēt»). Tā sauca izplatītāko bora savienojumu — boraku — baltu cietu vielu, kura kristāliem piemīt raksturīgs perlamutra vai stikla spīdums. Boraku un borskābi arābu alķīmiķi saņēma no Tibetas, kur no seniem laikiem bija zināmi ezeri, kas satur šīs vielas.

Bors ir samērā izplatīts elements uz zemes. Tā ir 5 reizes vairāk nekā svina un 250 reizes vairāk nekā sudraba. Zemes garozā bora ir 0,005%. Ievērojamākie bora savienojumi atrodami ezeros Tibetā (Ķīnā), avotos Toskānā (Itālijā) un arī dažu karsto avotu ūdeņos. Itālijas vulkāniskajos apvidos borskābe kopā ar ūdens tvaikiem izdalās no Zemes garozas plaisām. Turcijā — Marmora jūras piekrastē Bandirmas ostas apkaimē, Ķīnā, Kalifornijā un Dienvidamerikā atrodas lielas minerālu iegulas, kas satur boru.

Bora savienojumi ietilpst naftas atradņu artēziskajos ūdeņos un akmeņogļu pelnos. Nelielā daudzumā bors sastopams augu (no 0,0001 līdz 0,1% no sausas svāra) un dzīvnieku organismos.

Bors ir nozīmīgs mikroelements, kas veicina vielu maiņu.

Bors nepieciešams augu normālai attīstībai. Ja augi nesaņem pietiekamu daudzumu bora, palēninās to augšana, tie pārtrauc ziedēt un nedod augļus. Ja augsnē nemaz nav bora, augi iznīkst.

Bez bora nevar attīstīties lini, āboliņš, bietes, tabaka un zirņi. Tomēr, ja augsnē bora ir pārāk daudz, tas nelabvēlīgi ietekmē augus un dzīvniekus, kas patērē šos augus.

Bora iztrūkums augos palēnina cukura oksidēšanas ātrumu un bremzē šūnu olbaltumu sintēzi.

Lai gan cilvēki jau sen pazina bora ķīmiskos savienojumus, tomēr vairāk vai mazāk tīrā veidā boru ieguva tikai 1808. g. franču zinātnieki Gē-Lisaks (1778.—1850.) un Tenārs (1777.—1857.). Bors, ļoti grūti kūstoša viela

(kušanas temperatūra 2300°C), pazīstams kā zaļganbrūns amorfs pulveris vai sīki kristāli ar metālisku spīdumu; pēc cietības tas tikai nedaudz atpaliek no dimanta. Parastajos apstākļos bors ir ārkārtīgi inerta viela; augstās temperatūrās tas kļūst aktīvs un viegli savienojas ar skābekli, hloru, bromu, sēru un slāpekli.

Atšķirībā no bora savienojumiem — boraka un borskābes, ko lieto vairākās rūpniecības nozarēs (stikla, keramikas, ādu apstrādes rūpniecībā, kā arī lauksaimniecībā un medicīnā), boru ilgu laiku nelietoja. Tikai samērā nesen to sāka izmantot metalurģijā. Nelielā daudzumā (procentu simtdaļās) pievienots alumīnija, vara, niķeļa u. c. sakausējumiem, bors ievērojami uzlabo šo sakausējumu kvalitāti.

Neliela bora piedeva ātrgriezjēteraudam paaugstina tā griezējīpašības, kas izskaidrojams ar bora spēju augstās temperatūrās radīt savienojumus ar citiem metāliem, tā saucamos borīdus, kuriem ir liela cietība un izturība. Boru, tāpat kā beriliju, izmanto, lai palielinātu tērauda detaļu virsmu dilumizturību. Tērauda virsmas piesātināšana ar boru (borēšana) vairākkārt palielina šo izstrādājumu izturību.

Bora savienojumu izcilās īpašības aprakstītas arī zinātniski fantastiskajos sacerējumos. Tā, piemēram, zvaigžņu kuģim, ko apraksta I. Jefremovs «Andromedas miglājā», bija bora nitrīda dzinēji («...nodzisa borazonu cilindri...»). Tiešām, bora nitrīdi (borazoni) ir ārkārtīgi cieti un izturīgi.

Kaut gan dabā bora rezerves ir milzīgas (piemēram, uzskata, ka tikai Kalifornijas štatā vien ir 100 milj. tonnu bora), tomēr 1 kg tīra bora ASV 1957. gadā maksāja 550 dolārus, kamēr daudz mazāk izplatītais molibdēns — tikai 6 dolārus. Šķietamās pretrunas cēlonis ir tas, ka bora savienojumi nav koncentrēti.

Mūsdienu tehnikā sevišķu interesi izraisa bora savienojumi ar ūdeņradi — borāni, kuriem piemīt pretīga smaka un... augsta siltumspēja. Viens no šiem savienojumiem ir šķidrums — pentaborāns, kas ir par 10% vieglāks nekā benzīns, bet tā siltumspēja — pusotras reizes lielāka nekā benzīnam. Lai gan borāni ir indīgi, tiem piemīt nepatīkama smaka un tie ir nestabili, pie kam karstā laikā pat uzliesmo, interese par tiem nemazinās. Palaižot vienu no amerikāņu pavadoņiem, jau lietoja šādu degvielu. Šis

degvielas izstrādāšana ASV sākās jau sen, tomēr degvielas cena vēl arvien ir augsta — viena tonna maksā līdz 2000 dolāru.

Boram pavisam ir tikai divi stabili izotopi, kas pēc ķīmiskām īpašībām ir līdzīgi, bet kuriem ir vairākas krasi atšķirīgas fiziskās īpašības. Tā, piemēram, 0,1 mm bieza bora-10 plāksnīte pilnīgi absorbē siltuma neitronus; turpretim līdzīga bora-11 plāksnīte ir pilnīgi «caurspīdīga» un laiž cauri siltuma neitronus.

Pēc savām spējām aizsargāt pret radioaktīvo izstarojumu 1 cm bieza bora-10 plāksnīte ir līdzvērtīga 20 cm biežai svina plāksnītei un 5 cm biežai betona sienai. Šis apstāklis tad arī padara boru-10 neaizstājamu mazgabarīta kodoliekārtās. Radioaktīvā izstarojuma izolācijai pat nav vajadzīgs bora plāksnes, šim nolūkam var izmantot polietilēnu, kas piepildīts ar šī metāla pulveri.



MILJONĀRS

6. Ogleklis — Carboneum (C)

Kas var būt kopīgs raibam puķu pušķim ar akmeņogles gabalu? Kas ir kopīgs aptiekas skapju plauktos akurāti izvietoto stikla pudeļu dažnedažādajam saturam ar naftu?

Kopīga, protams, ir maz! Un ilgi vajadzētu meklēt tādu savādnieku, kurš savai iemīļotajai iedrošinātos smaržu vietā pasniegt... akmeņogļu gabalu. Tiesa, kādreiz Parīzē bija modē... no antracīta izgatavotas krelles. Neatradīsies arī, protams, ārsts, kurš savam pacientam iekšķīgi lietojamu zāļu vietā ieteiktu dabisko naftu.

Tomēr gan melnais, necaurspīdīgais, saules staros blāvi mirdzošais akmeņogļu gabals, gan arī raibais puķu pušķis un nafta — tie visi satur oglekli, bez kura nepastāv ne medikamenti, ne lielākā daļa sprāgstvielu, ne arī milzīgais daudzums tā saucamo organisko savienojumu, kas savukārt ir cilvēku, dzīvnieku un augu organismu pamatā.

Ogleklis ir vienīgais elements, kas ar ūdeņradi vien spēj veidot neskaitāmus savienojumus. Tas izskaidrojams ar oglekļa atoma ķīmiskās uzbūves īpatnībām. Oglekļa atomi atšķirībā no citu elementu atomiem spēj savstarpēji ķīmiski savienoties, veidojot gan taisnas un sazarotas ķēdītes, gan arī noslēgtas gredzenveida molekulu struktūras. Šādos savienojumos oglekļa atomi var būt no viena līdz vairākiem desmitiem un pat simtiem. Ja ievēro, ka brīvās vērtības (oglekļa atoms ir četrvērtīgs), neskaitot ūdeņradi, var piesātināt ar citu elementu atomiem vai atomu grupām, secināms, ka iespējamo oglekļa savienojumu daudzums patiesi ir neizsmeļams.

Un, ja minerālu, t. i., dabisko neorganisko savienojumu skaits sasniedz 2000, bet no visiem elementiem kopumā, izņemot oglekli, ar ķīmiķu pūlēm iegūti vairāki desmiti tūkstoši savienojumu, tad oglekli saturošo savienojumu skaits jau tagad ir vismaz 2 miljoni.

Pateicoties oglekļa spējai veidot milzīgu skaitu visdažādāko savienojumu, radušās neskaitāmās un dažnedažādās augu un dzīvnieku sugas. Pietiek norādīt, ka pēc dažu pētnieku uzskatiem kukaiņu sugu vien ir ne mazāk par 2—3 miljoniem. Kopīgais augu sugu skaits uz zemeslodes tuvojas 500 tūkstošiem, bet mugurkaulnieku sugu skaits sasniedz 40 tūkstošus.

Tomēr ogleklis nenoteic dzīvās vielas galveno masu un sastāda vidēji ne vairāk par 10% no tās svara. Taču arī šāds kopējā oglekļa daudzums, ko satur dzīvā viela, pēc akadēmiķa V. Vernadska datiem, ir 100 000 miljardu tonnu. Līdzīgs oglekļa daudzums atrodas arī zemeslodes okeānos un jūrās. Akmeņoglēs ir 20 000 miljardu tonnu oglekļa, bet 2000 miljardu tonnu oglekļa «karājas» atmosfērā, kur ogleklis atrodas ogļskābās gāzes veidā. Visvairāk oglekļa ir kaļķakmeņos, krītā, marmorā — tajos oglekļa savienojumu veidos, no kuriem veidoti daži kalni un kalnu grēdas. Pēdējos ir milzīgs oglekļa daudzums, ko tonnās var izteikt cipars ar sešpadsmit nullēm (t. i., $3 \cdot 10^{16}$ tonnas).

Mikroskopiskie organismi — sakņkāji, kas neskaitāmā daudzumā dzīvoja pirmatnējo jūru siltajos ūdeņos, veidoja savu skeletu no kalcija karbonāta. Pēc sakņkāju nāves to skeleti nogrima jūras dibenā, kur, sakrājušies un sablīvējušies, miljonu gadu gaitā izveidoja kaļķakmens slāņus. Uz visas zemeslodes atklātie un nosegtie ogļskā-

bie ieži (kaļķakmens, krīts, marmors u. c.) aizņem 40 miljonus kvadrātkilometru lielu platību.

Ēģiptes faraona Heopsa grandiozā piramīda, kas uzcelta valdnieka sarkofāga glabāšanai, ir vesels akmens bloku (2,3 milj. gabalu) kalns, kura kopējais tilpums ir 2,5 miljoni kubikmetru. Tas ir kaļķakmens, kas galvenokārt sastāv no oglekļa savienojumiem.

Pēc jūru izžūšanas vai pārvietošanās, tāpat arī kalnu veidošanās iedarbībā kaļķakmens slāņi vai nu pacēlās virs zemes, vai arī palika tās dzīlēs. Veidojoties kalniem, kaļķakmens augstas temperatūras iedarbībā pārvērtās jaunus oglekļa savienojumos un daļēji saira, izdalot ogļskābo gāzi. Brīvā veidā vai arī izšķīdusi ūdenī, ko sastapa savā ceļā, šī gāze, virzoties pa zemes plaisām, izplūda virspusē un izklīda atmosfērā.

Lielu daudzumu ogļskābās gāzes atmosfērā izsviež aktīvie vulkāni. Tā, piemēram, ir zināms gadījums, kad no ogļskābās gāzes iedarbības, kura izdalījās Vezuva izvirduma laikā, aizgāja bojā milzīgs daudzums dzīvnieku.

Dažās zemeslodes vietās no zemes dzīlēm pastāvīgi lielos daudzumos izdalās ogļskābā gāze. Apmēram divdesmit gadsimtus cilvēce pazīst «Suņu alu», kas atrodas Neapoles tuvumā. Tajā smagā ogļskābā gāze nokļājusies alas dibenā līdz pusmetru biezā slānī. Šajā alā nokļuvušie suņi, ieelpojot ogļskābo gāzi, iet bojā, lai gan cilvēkam, kas atrodas alā, briesmas nedraud. No tā arī cēlies alas nosaukums. Agrāk ala tika pieminēta it visās ķīmijas mācību grāmatās; par to ar savdabīga humora niansi runā arī A. Čehovs savā stāstā «Zinočka». Neapoles «Suņu alai» līdzīgas ogļskābās gāzes alas sastopamas arī ievērojamajā Jeloustonas rezervātā ASV.

Spēcīgas ogļskābās gāzes izplūdumu vietas atrodas Indonēzijā. Ar ogļskābo gāzi pildīta plaša un dziļa ieplaka kāda vulkāna pakājē Javas salā pazīstama ar nosaukumu «Nāves ieļļa». Ieplakas dibens ir pilns ar tur nejauši nokļuvušu un ogļskābās gāzes atmosfērā nosmakušu dzīvnieku un pat cilvēku gindeņiem.

Milzīgu ogļskābās gāzes daudzumu zemes virspusē iznes ūdens avoti, kas izplūst apdzīsušo vulkānu tuvumā. Īpašu uzmanību pelna Kaukāza kalnu grēdas skaistulis Elbruss, kam blakus atrodas ar ogļskābo gāzi piesātināti avoti. Visā pasaulē pazīstamajam Kисловодskas kūrortam par savu rašanos jāpateicas «Narzānam» — vienam no

šādiem avotiem. Diennaktī no šī avota izplūst apmēram divarpus miljona litru mineralizētā ūdens, kas satur līdz 5 tonnām brīvas ogļskābās gāzes.

Ārpus zemes ogļskābā gāze spektroskopiski atklāta mums tuvākās planētas Venēras atmosfērā. Venēra, ar savu spilgtumu atpaliekot tikai no Saules un Mēness, ir īsts zvaigžņotās debess krāšņums. Tā spilgti uzliesmo pie debess juma pēc Saules rieta kā pirmā «vakara zvaigzne», gan arī mirdz pirms Saules lēkta kā brīnišķīga rīt- ausmas zvaigzne.

Pieredzējuši alpīnisti, iekārtojoties naktsguļai augstu kalnos, noteikti uzslies telti uz laukuma ar izeju nogāzes virzienā; šis apstāklis atvieglina elpojot izdalītās smagās ogļskābās gāzes «aiztecēšanu». Pretējā gadījumā gulētājus sagaida ne tikai smagi sapņi, jo iestāsies elpas trūkums, bet dažkārt sekas var būt daudz bēdīgākas.

Konstantīns Paustovskis kādā no saviem stāstiem apraksta, kā baltgvardi centušies iznīcināt partizānus, kas slēpās Kerčas akmenslauztuvēs. Lejot pa caurulēm šahtā sērskābi, viņi izraisīja ogļskābās gāzes izdalīšanās reakciju. Ir zināms, ka, ogļskābās gāzes koncentrācijai pārsniedzot 4%, cilvēki saindējas, rodas kustību un runas traucējumi, bet, ja koncentrācija pārsniedz 10%, iestājas nāve, jo tiek paralizēti galvas smadzeņu garozā esošie elpošanas centri.

Augi ogļskābo gāzi absorbē fotosintēzes procesā. Bez oglekļa, kas ietilpst ogļskābās gāzes sastāvā, nevar veidoties augu ogļhidrāti, tauki, olbaltumvielas un citas organiskās vielas.

No atmosfērā esošās ogļskābās gāzes augi ik gadus patērē vismaz 100 miljardu tonnu oglekļa. Iežu sadēšanās procesā ogļskābo sāļu veidošanai ik gadus no atmosfēras tiek saņemts un patērēts no 1 līdz 2 miljardiem tonnu oglekļa. Šādu dabisko procesu rezultātā atmosfērā samazinās ogļskābās gāzes krājumi. Atmosfēras ogļskābā gāze spēj laist cauri uz zemi Saules starus un ievērojami aizkavēt siltuma aizplūšanu no zemes virsmas. Ogļskābās gāzes daudzuma svārstības atmosfērā ietekmē zemes klimatu.

Aizvadītajās ģeoloģiskajās ērās atmosfērā bija daudz vairāk ogļskābās gāzes, un gada vidējā temperatūra uz zemes bija ievērojami augstāka nekā tagad. Aprēķini rāda,

ka, pilnīgi atbrīvojot atmosfēru no ogļskābās gāzes, zemes virsmas vidējā temperatūra pazeminātos par 20°C. Polu ledus cepures kļūtu ievērojami biezākas, nekā tās ir tagad. Mūžīgā sasaluma robeža pārvietotos ekvatora virzienā. Tomēr no tā nav jābaidās. Ogļskābās gāzes rezerves atmosfērā nepārtraukti papildinās augu elpošanas, koksnes, kūdras, akmeņogļu, naftas un citu oglekli saturošo vielu sadedzināšanas, kā arī rūpniecisko procesu (kaļķakmens apdedzināšana, metalurģijas u. c. procesi) rezultātā, kuros izdalās liels daudzums ogļskābās gāzes. Lai spriestu par šīs darbības vērienu, pietiek norādīt, ka, tikai sadedzinot akmeņogles, atmosfērā ik gadus atgriežas vairāk nekā viens miljards tonnu oglekļa.

Pēdējā gadsimta laikā ogļskābās gāzes daudzums atmosfērā palielinājies par 360 miljardiem tonnu jeb par 13%. Zinātnieku uzskati par šādas izmaiņas sekām ir dažādi; vieni uzskata, ka siltāka laika iestāšanās ziemeļu rajonos ir saistīta ar ogļskābās gāzes daudzuma palielināšanos atmosfērā, un «sola», ka šis apstāklis var radīt vispārēju temperatūras paaugstināšanos uz mūsu planētas, strauju polāro ledāju kušanu un mākoņu daudzuma pieaugumu, ar strauju temperatūras pazemināšanos. Citi zinātnieki turpretim šos secinājumus uzskata par strīdīgiem. Jautājums vēl vispusīgi jāpēti.

Fotosintēzes procesā augi, izmantojot Saules enerģiju, no ogļskābās gāzes un ūdens rada organiskas vielas, kas savukārt veido pašu augu audus. Dzīvnieki, barojoties ar augiem, izmanto matēriju savu tiešo organisko vielu veidošanai. Pēc dzīvnieku un augu nāves organiskajās vielās noris dažādas pārvērtības. Agrākajās ģeoloģiskajās ērās atkarībā no apstākļiem, kādos notika šīs pārmaiņas, veidojās dažāda veida nafta un akmeņogles — galvenais enerģētiskais materiāls cilvēku praktiskajai darbībai. Ogles un nafta uz zemeslodes nav sadalītas vienmērīgi. Tāpēc arī kapitālisma attīstības vēsture zināmā mērā ir kapitālistisko valstu cīņas vēsture par naftas un akmeņogļu atradņu iegūšanu. Mēs esam liecinieki šai cīņai starp lielākajām Rietumeiropas valstīm un Amerikas Savienotajām Valstīm.

Nafta galvenokārt ir oglekļa un ūdeņraža savienojumu maisījums. Tā ir ūdenī nešķīstošs, eļļains, tumši brūns vai melns šķidrums ar zaļganu mirdzumu; naftas blīvums — 0,73—1,040 g/cm³. Naftu, kuras blīvums ir ma-

zāks par $0,9 \text{ g/cm}^3$, sauc par vieglo naftu, bet, ja lielāks — tad par smago naftu (to iegūst no dziļiem urbumiem).

Naftas rašanās ķīmisms līdz pat šim laikam nav vēl pietiekami skaidrs. D. Mendelejevs 1876. g. izvirzīja naftas rašanās «minerālo» teoriju. Pēc šīs teorijas nafta radusies zemes dziļēs iekļuvušā ūdens un kvēlojošo metālu karbīdu savstarpējās iedarbības rezultātā.

No ķīmijas viedokļa šī teorija ir pilnīgi iespējama. Tomēr dažādās atradnēs iegūtās naftas sastāva un īpašību pētījumi ir pretrunā ar naftas «minerālo» izcelšanos. Mūsdienās noraidīta arī naftas rašanās «kosmiskā» teorija, saskaņā ar kuru naftu uzskatīja par ogļūdeņražu sašķidrināšanās produktu, kuri, iespējams, atradās zemes pirmatnējā atmosfērā (analogiski gāzveida metānam, kas atklāts Jupitera, Saturna, Urāna un Neptuna atmosfērās). Par visticamāko un tagad par vispārpieņemtu uzskata naftas rašanās «organisko» teoriju, kas naftu atzīst par seno ģeoloģisko ēru siltajos un sekajos ūdensbaseinos mitušo vienkāršāko organismu atlieku produktu. Augu valsts, galvenokārt viensūnas aļģu straujā attīstība, līdzīga mūsu dienās novērojamai ezeru «ziedēšanai», noveda pie tikpat straujas dzīvnieku organismu attīstības un organisko atlieku sakrāšanās ūdenskrātuvju dibenos milzīgā daudzumā īsā laika sprīdī. Par uzkrājamā materiāla pārsteidzošajiem apmēriem var spriest pēc dažu vienkāršāko organismu vairošanās ātruma.

Pat mūsdienu okeānos viensūnas aļģu uzkrājumi virsējos ūdens slāņos (planktons), kā arī dibens slāņos (benthos) izsakāmi ar gigantisku skaitli, proti, 100 miljardu tonnu. Tomēr šis daudzums sastāda ne vairāk par vienu procentu no planktona un bentosa ikgadējā pieauguma, kas veido lielākās daļas jūrās mītošo organismu barības bāzi. Pagājušajos ģeoloģiskajos laikmetos, kad vienkāršāko organismu vairošanās apstākļi bija daudz labvēlīgāki, bet planktona un bentosa patērētāju bija ievērojami mazāk, sakrājas milzīgs daudzums vienkāršāko organismu mirstīgo atlieku. Tās lēnām, daudzu miljonu gadu laikā, gaisam nepieklūstot, trūdēja, sakrājas seklo ūdensbaseinu dibenā un, apbērtas ar mālu un smiltīm, pārvērtās šķidros savienojumos, ko tagad pazīst ar naftas nosaukumu. Iespējams, ka nafta veidojās arī no daudz augstāk organizēto un pagātnē ūdens baseinos masveidā

bojā gājušo dzīvnieku (piemēram, zivju) atliekām. Pētīnieku mēģinājumos, kas veikti, karsējot dzīvnieku taukus augstā spiedienā un nepievadot gaisu, iegūti šķidri produkti, kuri ir ļoti līdzīgi naftai.

Ja naftas veidošanās procesā piedalījās tālā senatnē seklos ūdensbaseinos mājājušu vienkāršāko organismu atliekas, tad par materiālu akmeņogļu veidošanai nodereja galvenokārt bagātīgā flora, kura savas attīstības maksimumu sasniedza apmēram pirms 275 līdz 225 miljoniem gadu.

Laika periodu zemes vēsturē, kam raksturīga strauja augu valsts attīstība un kas deva akmeņogļu rašanās izcietvielas, ģeologi sauc par akmeņogļu periodu. Šis periods ilga vismaz 50 miljonu gadu.

Tomēr bagātīgā augu valsts tropiskā klimata apstākļos bija samērā vienveidīga. Akmeņogļu perioda flora, kam raksturīgi gigantiski lepidodendri, kalamīti, sigilārijas un citi kokaugi, kas nedaudz atgādina mūsdienu papardes, kosas un staipekņus, veidoja plašus mežus, kuros varēja atrast gandrīz 200 dažādas augu sugas.

Veidojoties kalniem, bieži vien radās ievērojami sauszemes iegrimumi un jūras, kas applūdināja lielas mežu platības. Izveidojās apstākļi, lai, nepieklūstot gaisam, savu laiku nodzīvojušie augi sadalītos. Tas notika, vairākiem gaistošiem sadalīšanās produktiem izdaloties un pakāpeniski bagātinoties ar oglekli. Tādā veidā ilgstošā laika periodā izveidojās milzīgas kūdras iegulas. To tālāko attīstības likteni noteica attiecīgā rajona ģeoloģijas vēstures īpatnības. Ja iegrimumās sauszemes platības bija nelielas un kūdras iegulas pārklājās ar plānu nosēdiežu (māla, smilts u. c.) slāni, kūdra pārvērtās brūnoglēs. Ja sauszeme iegrima dziļi un kūdras iegulas pārklājās ar biezu nosēdiežu slāni, kūdra lielā spiediena un dažkārt arī augstas temperatūras iedarbībā pārvērtās par dažāda veida akmeņoglēm un antracītu, kas satur no 75 līdz 97% tīra oglekļa.

Starptautiskajā ģeologu kongresā, kas notika 1913. g. Toronto (Kanādā), pirmo reizi aprēķināja pasaules akmeņogļu krājumus. Tos novērtēja apmēram uz 7400 miljardiem tonnu. Pēc 24 gadiem Maskavas Starptautiskajā ģeologu kongresā pasaules akmeņogļu krājumus jau vērtēja uz 7900 miljardiem tonnu. Acīmredzot arī šis skaitlis nav galīgs un precīzs, jo, pilnveidojoties un vērstoties pla-

šumā ģeoloģijas zinātnei, ne tikai tiek precizēti veco at-
radņu krājumi, bet tiek atklātas arī jaunas akmeņogļu
atradnes.

Pēdējā desmitgadē mūsu zemē no enerģētikas viedokļa
lielu nozīmi ieguva gāzveida kurināmais. Deggāzu rezerve-
nes atrodamas daudzās zemeslodes vietās. Gāzveida kuri-
nāmo izmanto vairāki ievērojami rūpniecības centri. Gā-
zes vads Saratova—Maskava piegādā gāzi galvaspilsētai;
gāzi saturošās Kohtla-Jerves atradnes (Igaunijas PSR)
apgādā ar gāzi Ļeņingradu, bet Ukrainas rietumu apga-
balu gāze plūst uz Kijevu. Gāzes vads Buhāra—Urāli, ko
būvē cauri Karakuma tuksnesim, Vidusāzijas republiku
gāzi piegādās Urālu rūpniecībai. Gāzveida kurināmā gal-
venā sastāvdaļa ir metāns. Interesanti, ka uz Saules sis-
tēmas ārējām planētām, sākot ar Jupiteru, metāns ir kon-
centrēts šo planētu atmosfērās, bet uz Zemes atrodas tās
dzīlēs.

No šī viedokļa unikāls retums ir Kivu ezers, kas atro-
das Āfrikā (Kinšasas Kongo republikā) augstu Mitumbas
kalnos; šī ezera dzīlēs ir izšķīdis metāns. Gāze, kas veido-
jusies, sadaloties planktonam, kurš gadsimteņus atmiris
un nogrimis ezera dibenā, tomēr nepaceļas uz ezera vir-
smas. Gāzei pacelties neļauj milzīgais spiediens un pa-
augstinātais ūdens blīvums, kas radies no paaugstināta
sāļu satura. Zinātnieki aprēķinājuši, ka Kivu ezera dzelmē
atrodas vismaz 57 km³ metāna.

Brīvā veidā ogleklis sastopams vai nu kā caurspīdīgs,
visās varavīksnes krāsās zaigojošs dārgakmens — di-
mants, vai arī kā caurspīdīga tumšpelēka, gandrīz melna,
pēc taustes taukaina viela — grafits.

Dimantus jau pazina senās tautas. Dimanta krieviskais
nosaukums алмаз cēlies vai nu no arābu vārda *almas*,
kas nozīmē «cietākais», vai arī no grieķu vārda *ἀδάμας*,
kas nozīmē «nesalaužams», «neuzvarams». Kā viens, tā
arī otrs nosaukums norāda uz dimanta cietību, jo tas tie-
šām ir viscietākais dabā sastopamais minerāls.

Dimanta daba ilgu laiku bija neatminēta mīkla, un to
uzskatīja par vistīrāko kalnu kristālu. Florences akadē-
miķi 1694. gadā sakarsēja dimantu tā, ka no tā «nekas
nepalika pāri», tādējādi atklāja, ka tas deg.

Zinātnieki uzskatīja, ka lielos dimantus var iegūt, sa-

kausējot mazos dimantus.¹ Pēterburgā Kalnu institūtā izcilais krievu mineralogs A. Karamiševs 1773. g. pierādīja šāda procesa neiespējamību.

Tomēr tikai pēc tam, kad angļu ķīmiķis Tenants 1797. g. mēģinājumos sadedzināja dimantu blīvi noslēgtā zelta futrālī, bija pierādīts, ka dimants nav nekas cits kā tīrs ogleklis.

Līdz 18. gs. sākumam vienīgie dimantu piegādātāji bija Indija un Borneo sala. 18. gs. 30. gados dimantus atklāja Brazīlijā, 1851. g. — Austrālijā, bet 1867. g. — Dienvidāfrikā.

Āfrikas dimantu atradnes, kas vēlāk piegādāja lielāko daļu kapitālistiskajās zemēs iegūto dimantu, atklāja strausu mednieks. Viņa uzmanību saistīja mirdzošie akmentiņi, ar kuriem rotaļājās zemnieku bērni Oranžas upes krastā. Izlūdzies no bērniem «oli», kas viņam bija it īpaši iepaticies, mednieks to parādīja kompetentam speciālistam, kurš akmentiņā pazina dimantu. Ikvienas jaunas dimantu atradnes atklāšana radīja «dimantu drudzi» tirgoņu, uzņēmēju un vienkāršu avantūristu aprindās, kuri alka «pasakainas» bagātības. Tūkstošiem cilvēku traucās meklēt bagātību, bieži vien atrodot trūkumu un nabadzību, bet zaudējot veselību un nereti — arī dzīvību.

Dimantu atradņu atklāšana Dienvidāfrikā radīja nemieru angļu kapitālistos un kolonizatoros, kas 1899. g. izprovocēja karu ar mazajām būru² republikām — Oranžu un Transvālu. Karš beidzās 1902. g. ar angļu uzvaru, kuri tādā veidā kļuva par pasaules bagātāko dimantu atradņu īpašniekiem.

Bagātas dimantu atradnes 1954.—1955. g. atklāja Jakutijā. Lielus dimantus 1956. g. atrada Amakas (no evenku vārda amaka, kas nozīmē «lācis») ekspedīcija Jakutijā. Lielajam dimanta kristālam, ko atrada 1957. g., par godu 325. gadadienai, kopš Jakutija pievienota Krievijai, deva vārdu «Jakutijas 325 gadi».

Ir primārās un sekundārās dimantu atradnes. Primārās atradnes ir īpaši magnēzija silikātu ieži — kimberlīts (cēlies no Dienvidāfrikas galvenā dimantu ieguves centra Kimberlijas pilsētas nosaukuma), kas piepilda

¹ A. Puškina darbā «Piķa dāma» pieminētais grāfs Senžermens, pazīstamais 18. gs. avantūrists, bija slavens kā lielu dimantu īpašnieks, kurus viņš it kā ieguvis, sakausējot mazos dimantus.

² Būri (holandiešu val. — zemnieki) — Holandes izceļotāji.

vertikāli zemē ejošus gigantiskus cauruļveida kanālus. Šo kanālu veidošanās, kā redzams, saistīta ar ugunīgi šķidrās masas izvirdumu no zemes dziļumiem tās virspusē caur granīta slāņiem. Dimanta kristalizācija notika dziļi zemē milzīgā spiedienā un augstā temperatūrā. Pirms Āfrikas atradņu atklāšanas dimantus atrada dimantu laukos, t. i., tālu no to veidošanās vietas, starp sairusajiem kalnu iežiem — smiltīm, granti un augsnes nogulām. Dimantu lauki ir galvenais dimantu ieguves avots: tā, piemēram, 1947. g. 91% no visiem dimantiem atrada tieši dimantu laukos. Dimantu saturs dimantu lauku iežos parasti nav liels un nepārsniedz 0,2—0,3 karātus vienā kubikmetrā iežu. Dimanti, kurus agrāk galvenokārt lietoja tikai rotas lietām, tagad iegūst arvien lielāku nozīmi arī tehnikā.

Dimantam no visām dabā pazīstamajām vielām ir vislielākā cietība. Tas ir 1000 reizes cietāks par kvarcu un 150 reizes cietāks par korundu. Dimantu nokrāsu nosaka piemaisījumi. Ļoti reti ir skaistas zilas, zaļas un sārtas nokrāsas dimanti; tos vērtē ļoti augstu. Ievērojamais 44,5 karāti smagais Indijā iegūtais sulīgi zilais dimants «Hope» ir viens no vērtīgākajiem dimantiem pasaulē. Skaistas sarkanas krāsas 10 karātu smagu briljantu Krievijas imperatoras Pāvels I iegādājās par 100 000 rubļiem. Nepārspējamā dimanta cietība dod iespēju to izmantot tērauda urbju uzgaļu izgatavošanai, tievas stieples izvilksšanai, akmens un metāla izstrādājumu slīpēšanai, stikla un akmens iežu griešanai. No 19 miljoniem karātu dimanta, ko pasaulē iegūst ik gadus, 17 miljonus karātu izmanto tehnikā.

Mākslīgi slīpētos dimantus jeb briljantus izmanto rotas lietām. Krievijā it īpaši izšķērdīgi un spoži briljanta rotas mirdzēja Katrīnas II laikā. Katrīnas galma fantastiskā greznība kā smags slogs gūlās uz dzimtļaužu pleciem. Lai spriestu par valdnieces galma rotu pasakaino greznību, pietiek atcerēties Potjomkina¹ ierašanos uz svētkiem Taurijas pilī parādes cepurē, kuru no daudzo briljantu smaguma bija grūti noturēt galvā. No Potjomkina cepures neatpalika arī kāda Katrīnas laika lielmaņa kamzolis, kas bija nokaisīts ar briljantiem; šī «Briljantu kņaza» por-

¹ G. Potjomkins (1739.—1791.) — kņazs, Katrīnas II favorīts, Krievijas valsts darbinieks, diplomāts un ģenerālfeldmaršals.

trets, ko gleznojis V. Borovikovskis, glabājas Ļeņingradā Krievu muzejā. Brilljantus, kas greznoja miniatūrportretu ietvarus, vēdekļu rokturus, zelta tabakdozes, pūdernīcas, pulksteņus un daudzus citus aprīnojamus 18. un 19. gs. krievu meistaru mākslinieciskos darinājumus, tagad padomju tauta saudzīgi glabā labākajos mūsu zemes muzejos.

Dimants, kas pēc sava retuma un skaistuma ir nepārspējams dārgakmens, arī tagad grezno izcilības un nopelnu zīmes, ar kurām padomju tauta apbalvo ievērojamus darbiniekus. PSRS Augstākās Padomes Prezīdija apstiprinātajai maršala atšķirības zīmei «Maršala zvaigznei» ir 31 brilljants; no tiem vislielākais novietots «Maršala zvaigznes» centrā un sver 2,62 karātus. Starp «Maršala zvaigznes» stariem atrodas 5 brilljanti, kuru kopējais svars ir 3,06 karāti.

Lieli dimanta gabali ir sastopami ļoti reti; to nav daudz, un katram šādam dimantam ir sava «biogrāfija». Ikvienas šādas dārglietas vēsture stāsta par cilvēku zemiskumu, galma intrigām, asiņainiem noziegumiem, par austrumu valdnieku neierobežoto varu, par nežēlīgu tautas ekspluatāciju, indiešu radžu, franču karaļu un krievu caru apžīlbinošo greznību.

Vislielākais dimants, kāds jebkad atrasts uz zemes, bija dimants «Kālinens» (Cullinan). Šo dimantu, kas nosaukts viena šīs raktuves īpašnieka vārdā, atrada 1905. g. raktuvē «Premjers». Pirms slīpēšanas dimants bija sievietes dūres lielumā un svēra 3025 karātus (605 gramus). Dimantu apstrādājot, to saskaldīja plaisu virzienā un izgriezā 105 samērā sīkus brilljantus, no kuriem lielākais, ko nosauca par «Āfrikas zvaigzni», ir piliena formas un sver 530 karātus.

Otrs pēc lieluma bija dimants «Excelsior», ko arī atrada Dienvidāfrikā Jagersfonteinās raktuvēs 1893. g. Pirms slīpēšanas tas svēra 971,5 karātus. Dimantu apstrādājot, ieguva vairāk nekā 20 brilljantus, no kuriem lielākais svēra 70 karātus. Rietumāfrikā Sjeraleones dimanta laukos 1945. g. atrada pēc lieluma trešo dimantu, kas svēra 770 karātus.

Starp Indijas dimantiem jāmin ievērojamais dimants «Sahs» (tā svars 87 karāti). Ar šo dimantu Irānas valdība, «iežēlinot balto caru», norēķinājās par pazīstamā krievu diplomāta un izcilā rakstnieka A. Gribojedova

dzīvību, kurš krita no algota slepkavas rokas 1829. g. 30. janvārī Irānas galvaspilsētā Teherānā.

Vairākus lielus dimantus 656 karātu kopsvarā 1964. g. savāca Jakutijas atradnēs. Lielākais no tiem — «Oktjabrskij» — svēra 69,4 karātus, bet pats skaistākais — visdzidrākā ūdens krāsas regulārs oktaedrs «Ziemeļblāzma» svēra 25 karātus (sk. «Комсомольская правда», 1964. g. 22. decembrī).

Dimanti ir labi siltuma vadītāji, berzes ietekmē elektrizējas, neaiztur rentgenstarus un ir ķīmiski stabili. Neviens zināma koncentrēta skābe pat paaugstinātā temperatūrā neiedarbojas uz dimantu. Karsējot līdz 2—3 tūkstoši grādu temperatūrai un neļaujot pieklūt skābeklim, dimants pārvēršas par grafitu. Inversu pārvēršanu neizdevās realizēt, lai gan daudzi zinātnieki mēģināja dimantus iegūt mākslīgi. It īpaši ievēribu pelna elektriskās krāsns izgudrotāja francūža Muasāna pētījumi. Muasāns izšķīdināja grafitu izkausētā dzelzī un iegūto masu strauji atdzesēja. Cietā garoza, kas izveidojās uz sakausējuma virsmas, spieda sakausējuma iekšējo masu, kuras tilpums palielinājās. Izšķīdinot skābēs sacietējušo sakausējumu, Muasāns atrada sīkus graudiņus, kas pēc savām īpašībām atgādināja dimanta kristāliņus. Muasāna atklājums, ko publicēja 1893. g., radīja neparastu sensāciju un atnesa zinātniekam vispasaules slavu, atstājot neievērotu krievu profesora K. Hruščova vārdu, kurš neatkarīgi no Muasāna tajā pašā gadā ieguva līdzīgus rezultātus.

Drīz vien pēc tam bija publicēti dati, saskaņā ar kuriem iegūtie kristāliņi bija jāuzskata nevis par dimantiem, bet gan par karbīdiem (oglekļa savienojums ar metāliem).

Tomēr zinātnieki neatlaidīgi meklēja ceļus mākslīgo dimantu sintēzei, Tehnisko līdzekļu pilnveidošana deva iespēju mūsdienās veikt to, kas neizdevās Muasānam.

Padomju Savienības Komunistiskās partijas XXII kongresā PSRS Zinātņu akadēmijas prezidents akadēmiķis M. Keldišs ziņoja: «Mākslīgo dimantu izgatavošanas metodes, ko izstrādāja mūsu fiziķi, jau tiek ieviestas rūpniecībā. Izmēģinājumi parādīja, ka to abrazīvo instrumentu izturība, kuru izgatavošanai izmantoti mākslīgie dimanti, par 40% pārsniedz abrazīvo instrumentu izturību, kuru pagatavošanai izmantoti dabiskie dimanti.»

Izmantojot aparatūru, kas spēj radīt nepieciešamos apstākļus grafīta pārvēršanai dimantā (spiediens 100 000 at;

temperatūra 2000°C), zinātniekiem izdevās atrisināt jautājumu, lai iegūtu līdz ceturtdaļkarāta smagu dimantu. Acīmredzot nav vairs tālu tas laiks, kad zinātne gūs vēl vienu uzvaru, un «vērtīgais spītnieks», ogļu un krāsnsiodrēju «augstdzimušais» radinieks, būs iegūstams laboratorijās jebkurā daudzumā.

PSKP XXII kongresam zinātnieki uzdāvināja melnu pulētu kārbu, kurā atradās rūpnieciskā mērogā izgatavoti dimanti 2000 karātu kopsvarā.

Grafīts atšķirībā no dimanta ir tik mīksts, ka, pat viegli beržot pa papīru, tas uz papīra atstāj tēraudpelēkas pēdas. Grafītam piemīt īpašība degt skābeklī (apmēram 890°C temperatūrā), lai gan gaisā tas praktiski ir ugunsturīgs. Nepārspējamās karstumizturības un ķīmiskās inertības dēļ grafītu izmanto reaktīvos dzinējos. Tīra grafīta īpašību palēnināt neitronu kustību izmanto atomtehnikā. Grafītu lieto arī zīmuļu un ugunsturīgu tērauda kausešanas tiģeļu izgatavošanai, berzei pakļauto mašīnu daļu ieziešanai, elektrisko krāšņu elektrodu izgatavošanai u. tml.

Kokogles, kas iegūtas, karsējot koksni bez gaisa piekļūšanas, ir viens no t. s. amorfā oglekļa dažādajiem paveidiem. Pētījumos noteikts, ka «amorfais» ogleklis bieži vien ir sīkkristālisks grafīts. So ogļu ievērojamākā īpatnība ir to spēja uzsūkt (adsorbēt) dažādas vielas (gāzes, ūdeni izšķīdinātas krāsvielas utt.). Adsorbcijas parādību 1789. g. atklāja krievu akadēmiķis T. Lovics. Viņš arī norādīja uz iespēju izmantot šīs kokogļu īpašības praktiskiem mērķiem, piemēram, dzeramā ūdens attīrīšanai uz kuģiem, etiķa attīrīšanai utt. Jūras dienesta pamācībā bija norādīts: «Tālos jūras ceļojumos, lai novērstu ūdens bojāšanos, visai lietderīgi izmantot ogles, apdedzinot ūdens mucas no iekšpuses.» Adsorbcijas parādība oriģināli pielietota praksē Anglijā, kur, izmantojot kokogles, tiek attīrīts parlamenta ēkā ievadāmais gaiss. Parlamenta ēka atrodas Temzas upes krastā, bet upe ir stipri piesārņota ar pūstošām atliekām, kas ar savu smirdoņu saindē gaisu.

Pirmajā pasaules karā adsorbcijai bija nepārspējama loma cīņā pret indīgām kaujas vielām — indīgajām gāzēm.

Indīgo kaujas vielu kā masveida iznīcināšanas ieroča lietošanas iniciatīva pieder vācu imperiālistiem. Hloru¹

¹ Ieelpojot hloru, cilvēks smok, smagi iekaist elpošanas ceļi, rodas plaušu tūska un iestājas nāve.

pirmo reizi lietoja 1915. g. 22. aprīlī Rietumu frontē netālu no Beļģijas pilsētas Ipras pret angļu un franču karaspēku. Piecu minūšu laikā no 36 000 baloniem 6 km platā joslā tika izsmidzinātas 180 tonnas hlora. Rezultātā kaujas spējas zaudēja vesela divīzija, kas atradās minētajā iecirknī. Kaujas nespējīgi kļuva 15 000 cilvēku, no tiem 5000 — uz visiem laikiem¹.

Gandrīz pēc mēneša gāzu uzbrukumu atkārtoja pret krievu karaspēku Austrumu frontē Polijā pie Voļa Sidlovskas. 12 kilometru platā frontes iecirknī, vējam pūšot krievu karaspēka pozīciju virzienā, no 12 000 baloniem izsmidzināja vairāk nekā 150 tonnas indīgās gāzes. Negaidītais gāzu uzbrukums un pilnīgā nespēja aizsargāties pret gāzes indīgo iedarbību nodarīja milzīgus zaudējumus. Arī šajā naktī kaujas spējas zaudēja vesela divīzija. Priekšējās līnijas, ko veidoja blīvs ierakumu un satiksmes eju labirints, bija pilnas ar liķiem un mirējiem. No ierindas izgāja 9000 cilvēku. Sibīrijas pulkā, kurā bija vairāk nekā 3000 strēlnieku, 20 minūtes pēc gāzes uzbrukuma palika tikai 140 cilvēku. Tādi bija gāzu uzbrukuma rezultāti krievu frontē.

Ķīmiskais karš gatavoja cilvēcei neizmērojamas ciešanas. No šiem upuriem cilvēci pasargāja viens no «amorfā» oglekļa paveidiem — kokogle.

Ievērojamais padomju ķīmiķis un zinātnieks, profesors un vēlākais akadēmiķis N. Zeļinskis (1861.—1953.) izgudroja, pārbaudīja un 1915. g. ieteica lietošanai gāzmasku, kuras darbības pamatā bija adsorbcijas īpašības. Ieelpojot saindēto gaisu caur ogļu gāzmasku, tas pilnīgi tika attīrīts no indīgajiem piemaisījumiem un pasargāja ar gāzmaskām apgādātos karavīrus no indīgo vielu iedarbības.

Kad kapitālisms būs aizgājis pagātnē un par cietsirdīgo cīņu starp trestiem, sindikātiem, bankām un atsevišķām valstīm stāstīs tikai ekskursiju vadītāji muzeju nodaļā «Kapitālisms», tur būs redzami arī kapitālisma jaunās gribas radītie kādreizējie kauju ieroči. Starp sarūsējušiem drednautiem un milzīgu cepelinu skeletiem, eksplodējošām lodēm un cisternveida lādiņiem, trauslā stiklā ieslēgtiem mikrobiem un indīgām gāzēm tērauda balonos ar zaļiem,

¹ Kaujās pie Ipras vācieši 1917. g. pirmo reizi lietoja jaunu IKV — dihlordietilsulfidu (sinepju gāzi), ko vēlāk nosauca par ipritu.

dzelteniem un melniem biedējošiem krustiem īpašā goda stendā savu vietu ieņems arī kokogles, kas agrākos karos pasargāja miljoniem cilvēku no briesmīgām mokām un nāves.

Kokogļu lielo adsorbcijas spēju izmanto arī praktiskajā medicīnā: speciālas ogļu šķirnes pulvera, sīku graudiņu vai tablešu (karbolens) veidā lieto kā universālu «pretindes» līdzekli dažāda veida saindēšanās ārstēšanai (saindējoties ar baktēriju toksīniem, dzīvnieku indēm, alkaloīdiem utt.), kā arī zarnu trakta dezinfekcijai un dažādu citu slimību gadījumos.

Oglekļa nosaukums *carboneum* cēlies no latīņu vārda *carbo* — «ogle». Oglekļa un metālu savienojumus sauc par karbīdiem. Daži no tiem ir mīksti un nestabili. Kalcija karbīds ūdens iedarbībā veido acetilēnu. Dažu reto metālu karbīdiem ir ārkārtīgi augsta kušanas temperatūra (līdz 5000°C).

Dabiskais ogleklis sastāv no izotopu (atomsvars 12 un 13) maisījuma. Bez tam oglekļa sastāvā ietilpst arī radioaktīvais ogleklis, kura atomsvars ir 14. Šis izotops nepārtraukti veidojas atmosfērā no slāpekļa kosmisko staru iedarbībā.

Zinātnieku aprēķini pierādījuši, ka ik gadus rodas apmēram 9,8 kg radioaktīvā oglekļa un ka patlaban tā daudzums uz zemeslodes sasniedz apmēram 80 tonnas. Radioaktīvais ogleklis ar skābekli veido radioaktīvo ogļskābo gāzi, kuru kopā ar parasto ogļskābo gāzi ieelpo augi. Patērējot augus pārtikā, radioaktīvā ogļskābā gāze nokļūst dzīvnieku organismā. Radioaktīvā oglekļa pussabrukšanas periods ir 5600 gadi.

Ar kosmisko staru plūsmas intensitātes nemainīgumu (pētnieki atklājuši, ka pēdējo 20 000 gadu laikā plūsmas intensitāte nav mainījusies) nosaka arī radioaktīvā oglekļa veidošanās intensitātes nemainīgumu. No tā izriet, ka oglekļa radioaktīvā izotopa daudzumu attiecība pret parasto ($^{12}\text{C} : ^{14}\text{C}$) atmosfērā ir nemainīga, vismaz tāda ir bijusi pēdējo 20 000 gadu laikā. Acīmredzot konstantam jābūt arī radioaktīvā un parastā oglekļa daudzumam augu dzīvajos audos, jo vielmaiņa ar ārējo vidi noris nepārtraukti. Taču vienlaikus ar organisma nāvi vielmaiņa izbeidzas, bet audos uzkrātā radioaktīvā oglekļa sabrukšana turpinās joprojām; tāpēc radioaktīvā oglekļa daudz-

mam pakāpeniski jāsamazinās. Zinot oglekļa radioaktīvā izotopa sabrukšanas ātrumu, var noteikt organisma bojā ejas laiku.

Laika mērīšanas paņēmiens ar oglekļa radioaktīvā izotopa palīdzību, kurš pārbaudīts, nosakot tādu priekšmetu «vecumu», kam tas jau bija zināms pēc citiem datiem (koksnes vecums ēģiptiešu kapenēs vai Romas imperatoru laikā jūras dibenā iedzīto pāļu vecums), deva ļoti labus rezultātus.

Amerikāņu zinātnieka Libi ieteikto «oglekļa pulksteņi» lieto dažādās zinātnes nozarēs (arheoloģijā, paleontoloģijā, okeanogrāfijā u. c.). «Oglekļa pulksteņa» metodes būtība ir šāda: pētāmo priekšmetu sadedzina hermētiski noslēgtā traukā un no radušās ogļskābās gāzes ar metāliskā magnija palīdzību izdala oglekli. Reakcijas procesā iegūto magnija oksīdu izšķīdina skābē un izmazgā, bet palikušo oglekli izžāvē un tā aktivitāti izmēri ar speciālu aparātu. «Oglekļa pulksteņi» zinātnei deva daudz vērtīgu ziņu, uz to pamata precīzi noteikti pat tādi dati, kurus agrāk vispār nebija iespējams noteikt vai arī varēja noteikt tikai ļoti aptuveni. Tā, piemēram, nosakot oglekļa radioaktivitāti, kas bija izdalīts no «Saules laivas» klāja koksnes, kā arī no akāciju, ciprešu un citu seno kapeņu būvniecībā izmantoto koku koksnes, aprēķināja faraona Senuserta III (miris ap 1800. g. pirms m. ē.), Snofru (miris ap 2625. g. pirms m. ē.) u. c. miršanas gadus. Izmantojot radioaktīvo oglekli, noteikts bizoņu zīmējuma «vecums». So zīmējumu uz Lasko alas (Francijā) sienām veidojusi aizvēsturiska mākslinieka roka pirms vairāk nekā 15 tūkstoš gadiem. Tāpat arī noteikts «vecums» ūdens paraugam, kurš ņemts no Atlantijas okeāna 3 kilometru liela dziļuma. Arī citi sarežģīti jautājumi sekmīgi atrisināti, izmantojot «oglekļa pulksteņus».

Oglekļa izotopus neapšaubāmi pavada veiksmē. Ja ogleklis-14 kļūva par «vēstures pulksteņi», tad ogleklis-12 saskaņā ar starptautisko vienošanos (1960. g. Monreālā, Kanādā) piešķirta atomsvaru etalona loma. Par relatīvo atomsvara mērvienību tagad pieņemta viena divpadsmitā daļa no oglekļa-12 atomsvara. Sākot ar 1960. g., nomainīt skābekļa atomsvaru skalu atnāca oglekļa atomsvaru skala, protams, ienesot dažas izmaiņas, tiesa, visai nenozīmīgas, citu elementu atomsvaru skaitliskajās vērtībās.

BEZ TĀ NAV DZIVIBAS

7. Slāpeklis — Nitrogenium (N)

Gāzi, kas visvairāk izplatīta dabā, sauc par nedzīvu. Šī gāze ir gaisa sastāvdaļa; tā aizņem 78,1% no gaisa tilpuma un 75,5% no gaisa masas. Zemeslodi aptverošā gaisa apvalka masa sver 5,3 kvadriljonus ($5,3 \cdot 10^{15}$) tonnu, no kurām 4 kvadriljoni ($4 \cdot 10^{15}$) tonnu ir nedzīvā gāze. Tas ir gandrīz 10 reizes vairāk par visas Kaukāza kalnu grēdas masu.

Lai gan gaisu sāka pētīt jau ļoti sen, tā sastāvu noteica daudz vēlāk — tikai 18. gs. otrajā pusē.

M. Lomonosovs 1756. g., apdedzinot metālus cieši aizlodētos traukos, atklāja gaisa atlikumu, kas nesavienojās ar metāliem.

Anglis Daniēls Rezerfords (1749.—1819.) 1772. g. konstatēja, ka gaiss, kas palicis zem kupola, kur dažas dienas dzīvoja pele, un kas atbrīvots no ogļskābās gāzes, neuztur degšanu un elpošanu. Gāzi, kas atradās zem kupola, viņš nosauca par «indīgu gaisu». Tajā pašā gadā cits angļu zinātnieks Prīstlijs (1733.—1804.) ieguva «indīgo gaisu» citā veidā un nosauca to par «flogistēto gaisu». Kārlis Vilhelms Šēle, Upsalas aptiekārs, 1773. g. konstatēja, ka gaiss sastāv no divām gāzēm. Gāzi, kas neuztur degšanu un elpošanu, viņš nosauca par «nelabu» jeb «sajājātu» gaisu.

Pazīstamais franču zinātnieks Antuāns Lorāns Lavuazjē, sīki izpētījis «indīgos», «flogistētos» un «nelabos» gaisus, konstatēja to indentitāti. Pēc vienpadsmit gadiem kā jaunas ķīmiskās nomenklatūras izstrādāšanas komisijas loceklis viņš ieteica šo gāzi nosaukt par nedzīvo gāzi — azotu (no grieķu vārdiem α — nolieguma partikula, $\xi\omega\varsigma$ «dzīvs», tātad «nedzīvs»).¹

Slāpeklis ir nedaudz vieglāks par gaisu (tā viens litrs sver 1,251 g), ir bez krāsas un bez smaržas. —195,8°C

¹ Taču vārds azots ķīmijā nebūt nav neologisms. Jau viduslaiku rokrakstos sastopams *azol philosophorum* «filozofu azots». Šis alķīmiķu azots spēja pārvērst varu zeltā, atdot slimajiem veselību, sirmgalviem — jaunību. Alķīmiķi šo vārdu radīja tā. Viņi ņēma visu alfabētu pirmo burtu (a) un trīs seno alfabētu pēdējos burtus: *zet* — no latīņu alfabēta, *omega* — no grieķu un *tav* — no senebreju alfabēta. Tādējādi vārds a+z+o+t it kā ietvēra sevī «visa sākumu un galu».

temperatūrā slāpekļis pārvēršas par bezkrāsainu šķidrumu, kas — 209,9°C temperatūrā sacietē par caurspīdīgu bezkrāsainu masu.

Slāpekļa zinātniskais nosaukums cēlies no latīņu vārda *nitrogenium* (to zinātnē ieviesis Šaptals 1790. g.); tas nozīmē «salpetri radošs». Salpetris, šķiet, ir vienīgais vairāk vai mazāk ievērojamos daudzumos dabā sastopamais slāpekļa savienojums.

Salpetris ir nātrijs vai kālija nitrāts. Nelielā daudzumā tas atrodams Aizkaukāzā (Araksas upes ielejā) un Vidusāzijā. 19. gs. sākumā Dienvidamerikā, Čīles tuksnešos, atklāja lielas nātrijsalpetra atradnes. Tagad šie salpetra krājumi ir stipri noplicināti, jo salpetris ir viens no galvenajiem Čīles eksporta priekšmetiem, ir vērtīgs mēslojums, kā arī izejviela sprāgstvielu izgatavošanai.

Dažkārt slāpekļis attaisno arī sava nosaukuma pirmatnējo nozīmi — dzīvības slāpētājs. Tā, piemēram, 1342. g. Kastīlijas karaļa kareivji, skaitot lūgšanas un burvju vārdus, ar šausmām atkāpās no Alhesirasas sienām, pēc tam izplatot Eiropā vēstis, ka arābu Alhesirasas aizstāvju sabiedrotie ir nešķīstie spēki, kas bez žēlastības un bez bailēm no svētā krusta met ar dārdoņu, uguni un dūmiem pildītas kvēlojošas lodes. Kopš tā laika līdz pat mūsdienām, izdabājot iedzīvošanās kārei, slāpekļis kā sprāgstvielu sastāvdaļa kara laukos palīdz ievākt nāves plauju.

No lielos dziļumos strādājošo ūdenslīdēju un kesonu strādnieku darba pieredzes zināms, ka bieži vien, pievadoš elpošanai saspīestu gaisu, attīstās savdabīgs stāvoklis, kas pazīstams ar «slāpekļa narkozes» nosaukumu un kas nedaudz atgādina alkohola reibumu. «Narkozes» simptomi (reibonis, kustību koordinācijas traucējumi, atmiņas zūšana u. c.) ātri pāriet, ja saspīesto gaisu aizstāj ar skābekļa un hēlija maisījumu. «Slāpekļa narkozes» cēlonis ir organisma taukvielās, audos un šķidrums izšķīdušā slāpekļa palielināta koncentrācija.

Un tomēr, pretēji savam nosaukumam, slāpekļis ir pilnīgi nepieciešams organisma dzīvības procesiem. Konstatēts, ka slāpekļis ir jebkura organisma ikvienas šūnas sastāvdaļa neatkarīgi no tā, vai šis organisms ir nesvešā baktērija vai 130 tonnas smags valzivs ķermenis. Ķīmiski slāpekļis ir samērā inerta gāze. Parastajā temperatūrā tas neveido savienojumus ne ar metaloīdiem, ne arī ar metāliem (izņemot litiju). Atrodoties atmosfērā, slā-

pekļis ir vienkārša viela — gāze, kuras molekulas sastāv no diviem savstarpēji ļoti cieši saistītiem atomiem. Virs katra zemes virsmas hektāra allaž «karājas» 80 tūkstoš tonnu slāpekļa. Šo slāpekļa rezervju pietīktu, lai augi varētu baroties miljoniem gadu. Tomēr ziemzēļ augi un dzīvnieki nevar slāpekli patērēt tieši. Augi slāpekli saņem no augsnes nitrātu un amonija sāļu veidā, bet dzīvnieki — patērējot augu barību vai zālēdāju dzīvnieku gaļu. Izņēmums ir tikai dažas augsnes baktērijas (tās 1893. g. atklāja krievu zinātnieks S. Vinogradskis), kas atrodas augsnē brīvā stāvoklī vai arī attīstās uz pākšaugu saknēm un izmanto atmosfēras slāpekli, veidojot slāpekļa savienojumus. Lielākā daļa augu slāpekļa savienojumus iegūst no augsnes, kas pamazām kļūst ar slāpekli nabadzīgāka. Organiskais mēslojums tikai daļēji papildina slāpekļa zudumus. Citi ceļi augsnes slāpekļa savienojumu rezervju papildināšanai nebija atklāti līdz pat 20. gs. sākumam. Sakarā ar to 19. un 20. gs. mijā populāra kļuva un nopietni tika apspriesta cilvēces «slāpekļa nāves» perspektīva.



Pretstatā šai «teorijai» D. Mendelejevs savā darbā «Ķīmijas pamati» rakstīja: «Tā kā slāpekļvielām ir ļoti liela loma organismos (bez tām nav organiskās dzīvības),... tad jautājums par paņēmieniem, kā gaisa slāpekli pārvērst augsnes slāpekļa savienojumos... ir viens no tādiem jautājumiem, kas izraisa lielu teorētisku un praktisku interesi.»

Kādā veidā tad papildinās slāpekļa savienojumi augsnē? Izrādās, ka šīs vielas augsnē nokļūst no atmosfēras... negaisa laikā. Augstā temperatūrā slāpekļis ar skābekli (otra gaisa sastāvdaļa) un gaisa mitrumu veido dažādus savienojumus. Ikviena elektriskā dzirkstele, pat visniecīgākā, ir kolosāla eksplozija. Ja dzirkstele ir pietiekami liela, sekundes miljondaļā attīstās jauda, kas vienāda ar lielas elektrostacijas jaudu, turpretī temperatūra sasniedz vairākus tūkstošus grādu.

Zibens galvenā izlādēšanās ilgst no 0,05 līdz 0,1 sekunde; strāvas stiprums sasniedz no 10 līdz 100 000 A, bet spriegums — 10 000 000 V. Vienas vienīgas izlādēšanās jauda ir pasakaina un sasniedz 200 000 000 kW. Šī jauda daudzkārt pārsniedz jaudu, ko attīsta visspēcīgākās cilvēka radītās elektroiekārtas. Pērķona negaisu skaits, kuru laikā noris desmitiem un simtiem šādu izlādēšanos, ir ļoti liels. Ik stundas dažādos gaisa okeāna rajonos dārd divi tūkstoši negaisu pērķons un plaiksni to zibeņi. Ik sekundi atmosfēru šķeļ zibeņi, kas momentāni paaugstina savā ceļā sastaptā gaisa temperatūru; slāpekļis, savienojoties ar skābekli, rada oksīdus, kas viegli šķīst ūdenī, veidojot vienu no svarīgākajiem slāpekļa savienojumiem — slāpekļskābi. Ja ievēro, ka lietus gāzes ar pērķona negaisu pamatīgi «izmazgā» atmosfēru (no pērķona negaisa mākoņa, kura rādiuss ir 5 km, ik minūti izlīst līdz 375 000 tonnu ūdens), tad neviena skābekļa un slāpekļa savienojuma molekula «nepazūd nelietderīgi». Slāpekļskābe, nokļūstot augsnē, reagē ar tajā esošajiem nātrija, kalcija un kālija savienojumiem un veido slāpekļskābes sāļus — nitrātus, kas nepieciešami augiem. Tādā veidā pērķona negaiss atdzīvina «nedzīvo» slāpekli un iesaista to augu, bet caur augiem — arī dzīvnieku un cilvēka dzīvības procesu norisē.

Pēdējo gadu pētījumos konstatēts, ka, sadedzinot milzīgus daudzumus dažāda veida kurināmā, vienlaikus ar komplicētu organisko savienojumu sairšanu un brīva slāpekļa izdalīšanos veidojas arī slāpekļa oksīdi. Tie nokļūst atmosfērā, pārvēršas par slāpekļskābi un nosēžas uz augšnes, daļēji kompensējot saistītā slāpekļa zudumus, ko asimilējuši augi un kas ik gadus tiek iznests no tīrumiem.

Gāzveida slāpekli lieto arī elektrorūpniecībā (inertā vidē kvēlspuldzēs) un ķīmiskajā ražošanā (reakcijā inertā vidē). Tomēr daudz lielāka nozīme ir tiem slāpekļa savienojumiem, ko vispirmām kārtām izmanto lauksaimniecībā. Tāpēc zinātnieki un inženieri sākuši meklēt metodes, kā «saistīt» slāpekli, kā iegūt slāpekli saturošus savienojumus utt.

Vienu no šādām metodēm zinātnieki «aizņēmas» no dabas. 1903. g. norvēģu teorētiķis un ziemeļblāzmu pētījumu speciālists K. Birkelands sadarbibā ar inženieri S. Eidi sekmīgi veica slāpekļa oksidēšanas mēģinājumus,

izmantojot šim nolūkam elektrisko strāvu. Slāpekļa oksīdus, kas izveidojās reakcijas gaitā, absorbēja kaļķu piens. Iegūto kalcija nitrātu nosauca par norvēģu salpetri.

Taču iegūtaisniecīgais slāpekļa oksīda daudzums, kā arī ārkārtīgi lielais elektroenerģijas patēriņš (vienas tonnas saistītā slāpekļa iegūšanai jāpatērē vairāk nekā 60 000 kWh) nedeva iespēju plaši ieviest šo slāpekļa savienojumu ieguves paņēmieni. Mūsu gadsimta 20. gadu beigās slēdza norvēģu salpetra ieguves rūpnīcas un Birkelandas un Eides paņēmiena vietā sāka ieviest citus.

1905. g. rūpnieciskos apstākļos realizēja slāpekļa saistīšanas cianamīdu paņēmieni, kas savu nosaukumu ieguva no kalcija cianamīda — kalcija karbīda un slāpekļa savienojuma produkta. Kalcija cianamīdu iegūst elektriskajā krāsnī, laižot slāpekli cauri sasmalcināta un līdz 1000—1100°C temperatūrai sakarsēta kalcija karbīda slānim. Tehniskais produkts satur no 18 līdz 22% slāpekļa, ko sasmalcinātā veidā tieši lieto kā kokvilnas augu, cukurbiešu u. c. mēslojumu. Ar īpaši labiem panākumiem šādu slāpekli var lietot skābās augsnēs.

Interesi izraisa slāpekļa savienojumi ar citiem elementiem — nitrīdi. Angļu firma «Carborundum Company» paziņoja par silīcija nitrīda iegūvi. Jaunais materiāls, kas nosaukts par «refraksu», kūst 1900°C temperatūrā, tam ir neliels izplešanās koeficients; šo materiālu neslapina izkausēti krāsainie metāli, tāpēc to iespējams izmantot tīģeļiem tīru metālu iegūšanai ar zonveida kausēšanas paņēmieni.

Lai gan kalcija cianamīda iegūšanas process nav komplikēts un tā izejvielas ir lētas, tomēr enerģijas patēriņš vēl joprojām ir liels; vienas tonnas saistītā slāpekļa iegūšanai jāizlieto 10 000 kWh elektroenerģijas. Tāpēc, lai gan kalcija cianamīda ražošana nav zaudējusi savu nozīmi līdz pat mūsu dienām, tomēr, sākot ar mūsu gadsimta 20. gadiem, pirmo vietu slāpekļa rūpniecībā ieņem amonjaka sintēze, kuru 1908. g. izstrādāja Bošs, Habers un Nernsts.

Pirmā sintētiskā amonjaka rūpnīca sāka darboties 1913. g. Vācijā. Jau pēc 10 gadiem amonjaku plaši sintezēja vairākās valstīs. Ekonomiskais paņēmieni (lai iegūtu ūdeņradi no ūdens gāzes, enerģijas patēriņš nepārsniedz

1700 kWh uz 1 tonnu saistītā slāpekļa) deva iespēju izmantot amonjaku ne tikai slāpekļskābes, bet arī citu slāpekļa savienojumu ieguvei.

Slāpekļskābe un ūdeņraža savienojumi ar slāpekli (amonjaks) ir nozīmīgākie slāpekļa savienojumi, bez kuriem nevarētu attīstīties daudzas mūsdienu ķīmiskās rūpniecības un lauksaimniecības nozares. Mūsu dzimtenes slāpekļskābes rūpniecības pamatlicējs ir inženieris I. Andrejevs, kas laikā no 1915. līdz 1917. g. izstrādāja slāpekļskābes iegūšanas paņēmieni, oksidējot amonjaku, kas rodas ogļu koksēšanas procesā.

Sprāgstvielu ražošanai nepieciešamās slāpekļskābes ieguves efektīva paņēmiena meklēšana Krievijā it īpaši aktuāla kļuva pirmā pasaules kara laikā, kad salpetra piegāde no Čīles sarežģījās. Salpetri izmantoja slāpekļskābes ieguvei pēc paņēmiena, ko bija jau izstrādājuši alķīmiķi (karsējot salpetri maisījumā ar dzelzs sulfātu vai aluaniem). Par slāpekļskābes patēriņa apjomu var spriest pēc šādiem faktiem: Krievijas rūpniecās pirmā pasaules kara sākumā izgatavoja 80 tonnas sprāgstvielu mēnesī, bet 1916. g. beigās šīs produkcijas izlaide jau sasniedza 6400 tonnas mēnesī.

Veicis gigantisku darbu, pētot amonjaka oksidēšanās reakcijas un izvēloties katalizatorus, kā arī izpētot «inžu» iedarbību uz šiem katalizatoriem un izvēloties amonjaka oksidēšanas aparatūras konstrukciju, I. Andrejevs sāka nodarboties ar izmēģinājumu rūpnieciskās iekārtas radīšanu Makejevkas ķīmiskajā koksēšanas rūpniecā.

Ziņas par šīs iekārtas darbību izmantoja N. Kuļepatovs, projektējot pirmo mūsu dzimtenes slāpekļskābes ieguves rūpniecību, kurā slāpekļskābi ieguva no amonjaka. Šo rūpniecību uzcēla Juzovkas tuvumā, un 1917. g. jūlijā tā deva pirmo slāpekļskābes produkciju.

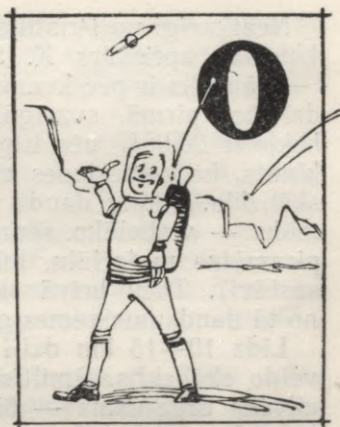
Tagad Padomju Savienības slāpekļa rūpniecība (ieskaitot arī amonjaka, slāpekļskābes un slāpekļa mēslojumu ražošanu) ir viena no visspēcīgākajām pasaulē.

Pēc tam kad būs sīsi kapitālisma pēdējā stunda, slāpekļis kalpos tikai cilvēces uzplaukumam, jo, kā norādīts jau 1932. g. laikraksta «Правда» ievadrakstā, «... slāpekļis savienojumā ar kapitālismu ir karš, posts un nāve, bet savienojumā ar sociālismu — augstas ražas, augsts darba ražīgums, augsts darba ļaužu materiālais un kultūras līmenis».

VISIZPLATITĀKAIS

8. Skābeklis — Oxygenium (O)

Kādā Lidsas (Anglija) pilsētas laukumā atrodas jauna, glīta, 18. gs. modes apģērbā tērpta cilvēka bronzas skulptūra. Mati viņam noslēpti zem parūkas. Jauneklis labajā rokā tur lēcu, bet kreisajā — tīģeli ar «dzīvsudraba plāvu» (oksīdu)¹. Galvas pagrieziens, sejas izteiksme un nogurušais skatiens pauž uzmanību un pacietību, gaidot eksperimenta rezultātu.



Pateicīgie tautieši bronzā attēloja pazīstamo ķīmiķi Dž. Prīstliju momentā, kad viņš veica savu ievērojamo eksperimentu. Sniedzam nelielu fragmentu no šī eksperimenta apraksta.

«Atradis lēcu, kuras diametrs ir divas collas un fokusa attālums divdesmit collas, es ar tās palīdzību sāku pētīt, kādā veidā gaiss izdalās no visdažādākām vielām, kas iegūtas dabiski vai izgatavotas mākslīgi. Pēc vairākiem citiem eksperimentiem 1774. g. 1. augustā es pacentos iegūt gaisu no dzīvsudraba plāvas un atradu, ka no tās gaisu var viegli izspiest ar lēcu. Šo gaisu neabsorbē ūdens. Kāds gan bija mans pārsteigums, kad es atklāju, ka svece šajā gaisā dega ar neparasti spilgtu liesmu. Veltīgi es centos atrast šīs parādības izskaidrojumu.»

Ja ievērojam, ka Prīstlija laikā visas gāzes sauca par «gaisiem», metālu oksīdus par «plāvām», bet lēca bija instruments augstas temperatūras iegūšanai, savācot fokusā saules starus, tad Prīstlija apraksts kļūst saprotams. Viņš bija atklājis skābekli. Tā kā jaunā gāze spēja uzturēt elpošanu, Lavuazjē to vispirms nosauca par «dzīvības gaisu», vēlāk šo nosaukumu aizstājot ar latīņu vārdu *oxygenium*, kas aizgūts no grieķu valodas (ὀξύς «skābs» un γέννω «radu», tātad «skābi radošs»).

¹ Plāvu amatnieku žargonā sauc par «cundururu».

Neatkarīgi no Prīstlija skābekli atklāja arī jau minētais Upsalas aptiekārs K. Šēle un dabas pētnieks Baijens.

Skābeklis ir pēc kvantitātes otrā un pēc nepieciešamības dzīvībai pirmā, svarīgākā gaisa sastāvdaļa. Gaisā skābekļa ir 20,95% pēc tilpuma un 23,10% pēc svara. Aprēķināts, ka zemeslodes atmosfērā ir vairāk nekā $2 \cdot 10^{15}$ t skābekļa. Tikpat daudz svērs viens miljards Heopsa piramīdu — vislielāko senatnes celtni (lai pārvestu vienas piramīdas materiālu, būtu vajadzīgi 9000 preču vilcienu sastāvi). Taču brīvā skābekļa svars nepārsniedz 0,01% no tā daudzuma zemes garozā.

Līdz 10—15 km dziļi 47,2% no zemes garozas svara veido skābeklis. Smiltīs ir 53% skābekļa, mālā — 56%, cilvēka organismā — 65% un ūdens sastāvā — 85,82%; bet ūdens vien taču aizņem $\frac{2}{3}$ no zemeslodes virsmas.

Skābeklis ir nepieciešams dzīvības pastāvēšanai. Ja uz kādas planētas būs atrasts skābeklis, ūdens un labvēlīgs temperatūru intervāls, var apgalvot, ka tur ir dzīvībai nepieciešamie apstākļi.

Skābeklis ir ūdenī samērā slikti šķīstoša gāze: 100 ūdens tilpuma vienībās, ja temperatūra ir tuvu nullei, var izšķīdināt tikai apmēram piecas (precīzāk, 4,91) skābekļa tilpuma vienības. Skābekļa šķīdībai ūdenī ir milzīga nozīme ūdenskrātuvēs mītošo dzīvo organismu elpošanai.

Viens litrs skābekļa 0°C temperatūrā, ja spiediens ir 760 mm Hg stabiņa, sver 1,429 g, t. i., nedaudz vairāk par šāda paša tilpuma gaisu (1,293 g).

Atdzesējot līdz $-182,98^{\circ}\text{C}$, skābeklis pārvēršas par zilu šķidrumu, ko pievelk magnēts; šķidrums (blīvums $1,132 \text{ g/cm}^3$) ir smagāks par ūdeni.

Tehnikā skābekli iegūst no šķidrā gaisa, izmantojot īpašību, ka šķidrā skābeklis vārās augstākā temperatūrā ($-182,98^{\circ}\text{C}$) nekā šķidrā slāpekļa ($-195,8^{\circ}\text{C}$). Skābekli iegūst arī, elektrolizējot kodīgā nātrija ūdens šķīdumu, taču šis paņēmieni ir daudz dārgāks. Sevišķi tīru skābekli, kas nepieciešams laboratorijas eksperimentiem, iegūst, karsējot kālija permanganātu.

Skābekli var iegūt arī no ūdeņraža pārskābes, ūdeņraža un skābekļa otra savienojuma, kurā atšķirībā no ūdens ietilpst nevis viens, bet gan divi skābekļa atomi. Ūdeņraža pārskābe ir viskozs, bezkrāsains sīrupveida šķidrums, kurā, kā norādīja D. Mendeļejevs, «... ietilpst skābeklis, kas saņemts jeb, citiem vārdiem, ar elementu spēkiem (iekšējiem)

iespiests citā vielā, kura viegli izdalās no savienojuma un tāpēc darbojas līdzīgi skābeklim tā rašanās momentā». Udeņraža pārskābi atklāja franču ķīmiķis L. Tenārs 1818. g.

Rūpniecībā zīda, salmu un citu materiālu balināšanai, kā arī kosmētikā lieto 3% ūdeņraža pārskābi. Otrā pasaules kara gados fašistiskā Vācija 94—97% ūdeņraža pārskābes izlietoja, lai apgādātu ar skābekli tālas darbības zemūdenes, kā arī raķešu lādiņu (Fau-1) palaišanai, apšaudot Londonu. Jau ilgu laiku pirms kara lielā slepenībā drudzaini tika meklēti ūdeņraža pārskābes koncentrēšanas paņēmieni.

Ūdeņraža pārskābes sadalīšanās, kuras rezultātā rodas ūdens un skābeklis, notiek, izdaloties milzīgam siltuma daudzumam. Šī siltuma pietiek, lai ūdens, kas radies, sadaloties ūdeņraža pārskābei, pārvērstos līdz 750°C temperatūrai sakarsētos tvaikos. Uz šīs īpašības arī balstās ūdeņraža pārskābes pielietošana attiecīgā tipa raķešu dzinējos.

Skābekli plaši lieto tehnikā kā sērskābes un slāpekļskābes ražošanas procesu intensifikatoru, tāpat arī metalurģijā.

Skābekļa lielo tieksmi pēc ūdeņraža (afinitāti) izmanto, lai ar ūdeņradi reducētu metālus no oksīdiem. Šī paņēmiena priekšrocība, salīdzinot ar citiem paņēmieniem (reducēšana ar ogli, oglekļa oksīdu u. c.), ir tā, ka iespējams iegūt metālu, kas brīvs no oglekļa un tā savienojumiem (karbīdiem). Skābekli izmanto augstu temperatūru iegūšanai. Augsta temperatūra (līdz 3000°C), ko sasniedz speciālu degļu liesmā, nepieciešama metālu metināšanai un griešanai. Šai sakarā kā kuriozs atzīmējams, ka metālu griešanu ar skābekļa-ūdeņraža liesmu «izgudroja»... ugunsdrošo seifu uzlauzējs, kas 1890. g. Hanoverā pirmoreizi izgriezta tērauda seifa sienu.

Šķidro skābekli, kā to savā laikā paredzēja «raķešu kuģniecības tēvs» K. Ciolkovskis, lieto par degvielu reaktīvajos dzinējos. Amerikāņu kosmiskās raķetes «Centaur» otrās pakāpes dzinējs par oksidētāju izmanto šķidro skābekli. Amerikāņu kosmonauta Glenna lidojumu atlika tāpēc, ka «šķidrā skābekļa tvertnes izolācijā iesūcās» petroleja, bet kosmiskā kuģa «Ranger III» lidojuma vairākkārtējas atlikšanas cēlonis bija defekti šķidrā skābekļa tvertnē.

Plašos apmēros skābekli lieto medicīnā, ārstējot smagas plaušu, sirds, nieru slimības un t. s. kalnu slimību, kā arī dažāda veida saindēšanos, konkrēti, saindēšanos ar gāzēm (oglekļa oksīdu, indīgām kaujas vielām u. c.).

Jāatzīmē, ka viens elpas vilciens, ieelpojot skābekli, ir līdzvērtīgs pieciem elpas vilcieniem, ieelpojot gaisu. Tādā veidā, ieelpojot skābekli, šī gāze ne tikai iekļūst slimnieka organismā pietiekamā daudzumā, bet arī saglabā slimnieka spēkus pašam elpošanas procesam. Skābekļa terapijai attīstoties, tika izstrādātas metodes skābekļa ievadīšanai zem ādas, vēnās u. tml.

Ja skābeklī notiek elektriskā izlādešanās, tas pārvēršas citā gāzveida vielā. Šveices ķīmiķis H. Šēnbeins nosauca to par ozonu (no grieķu vārda ὄζον «smaržoju»). Ozonu atklāja 1785. gadā holandiešu fiziķis M. van Marums.

Tīrā veidā ozonu ieguva tikai 1922. g. vācu ķīmiķi E. Rīzenfelds un G. Svabs. Augstā spiedienā (150 at) un stipri atdzesējot ($-111,5^{\circ}\text{C}$), ozons pārvēršas tumši violetā šķidrumā, kas sacietē kristāliskā masā, ja to vēl vairāk atdzesē ($-251,5^{\circ}\text{C}$).

Pēc ķīmiskajām īpašībām ozons ir daudzreiz aktīvāks par skābekli. Tas viegli balina krāsas un sagrauj organiskās vielas; fosforu un sēru ozons pārvērš attiecīgajos oksīdos. Ar ozonu viegli savienojas pat sudrabs.

Ozona oksidējošās īpašības tad arī noteica tā praktisko nozīmi; praksē ozonu lieto audumu balināšanai, tauku un eļļu nepatīkamo smaku neitralizēšanai, gaisa, kā arī pilsetas ūdensvados ieplūstošā ūdens dezinficēšanai utt.

Ozona gaisā pastāvīgi ir neliels daudzums (0,000001% pēc tilpuma). Gaisa okeāna virsējos slāņos (15—30 km augstumā) ozons veidojas ultravioleto staru iedarbībā.

Cilvēka un dzīvnieku dzīvē ozonam ir ievērojama loma, kas daudziem nēmaz neienāk prātā. Ozons paglābj no... akluma! Aklums nenovēršami skartu dzīvus organismus drīz pēc dzimšanas, ja atmosfērā nebūtu ozona, kura kopējais daudzums ir vienāds ar tāda gāzu slāņa biezumu, kas aptver zemeslodi pavisam tikai... trīs milimetru biezumā.

No kopējās staru masas, ko Saule sūta uz zemi, ozons galvenokārt absorbē ultravioletos starus, kas ir ārkārtīgi kaitīgi acu tīkļenei. Palikušos ultravioletos starus parastajos apstākļos pilnīgi absorbē acs lēca; taču, ja atmosfērā samazinātos ozona daudzums, acs lēcas absorbcijas spējas būtu nepietiekamas.

Bet arī ozona daudzuma palielināšanās draud ar ne mazākām briesmām. Ja ozona būtu pārāk daudz, tas pilnīgi absorbētu ultravioletos starus, kas nepieciešami organisma augšanai nozīmīgākā vitamīna — D vitamīna veidošanai; ultravioletie starri nesasniegtu zemi un D vitamīns neveidotos. Bez tam Saules izstarotajiem ultravioletajiem stariem ir liela nozīme slimību izraisītāju baktēriju iznīcināšanā; šī starojuma kopējā daudzuma samazināšanās uz zemes virsmas nāvējoši iedarbotos uz dzīvības augstāko formu attīstību.

No skābekļa ozons atšķiras ar molekulu uzbūvi: skābekļa molekula sastāv no diviem atomiem, bet ozonu veido trīs skābekļa atomi. Starpība nav liela, bet cik ievērojami šis fakts ietekmē abu vielu īpašības!

Dzīvnieki un cilvēks visu savu dzīvi pavada atmosfērā, kurā apmēram 23% pēc svara ir brīva skābekļa; atrodoties gaisā, kurā ozona ir tikai 1:1 000 000, rodas noguruma sajūta un galvas sāpes; ja ozona koncentrācija ir vēl lielāka, šiem simptomiem pievienojas slikta dūša, deguna asiņošana, acu iekaišana, sirds muskuļa deģenerācija un nāve.

POSTĪTĀJS

9. Fluors — Fluorum (F)

Neviens no ķīmiskajiem elementiem neatnesa ķيميķiem tik daudz traģisku notikumu kā fluors. Bojā gāja viens no Īrijas Zinātņu akadēmijas locekļiem Tomass Nokss, darba spējas zaudēja otrs šīs pašas akadēmijas zinātnieks — Džordžs Nokss, moku pilnā nāvē mira pazīstamais ķيميķis no Nansi Žeroms Nikless, dzīvību zaudēja Briseles ķيميķis P. Laiets. Ar fluoru saindējās Gē-Lisaks, franču ķيميķis Tenārs, angļu ķيميķis Dēvi un daudzi citi.

Strādājot ar fluoru, jāievēro piesardzība un jāveic labi pārdomāti aizsardzības pasākumi. Gumijas cimdi un priekšauti fluora iedarbībā var uzliesmot. Uz ādas fluors rada stiprus apdegumus, bet, ieelpojot fluoru, rodas smagi elpošanas ceļu un plaušu iekaisumi, kas var beigties ar plaušu tūsku un nāvi. Elpošanas ceļu aizsardzībai lieto skābekļa aparātu vai speciālu masku, kas savienoti ar tīra gaisa avotu, izmantojot pret fluoru izturīgu šļūteni. Nepiesardzīgi rīkojoties ar fluoru, cilvēkam sadrūp zobi, kļūst

neglīti nagi. Pat neliels fluora un tā savienojumu daudzums ātri sagrauj zobu emalju. Pakāpeniski un ilgstoši vai hroniski saindējoties ar fluoru (tas var notikt, ja dzeramā ūdenī ir palielināta fluora savienojumu koncentrācija), kauli kļūst trausli. Ja organismā fluora ir pārāk daudz, audos, konkrēti asinsvadu sienīnās, izkrīt kalcija savienojumi, tāpēc asinsvadi kļūst trausli. Asinsvadu trauslums ir bīstama slimība, kas saistīta ar smagu asiņošanu, kura bieži vien var beigties ar nāvi.

Un tomēr zināms fluora daudzums cilvēka un dzīvnieku organismā ir absolūti nepieciešams normālu dzīvības procesu norisei.

Romas apkaimē izrakumos atrastā ziloņa zobā atklāja fluoru. Atradums rosināja pētniekus nodarboties ar dzīvnieku un cilvēka zobu ķīmiskā sastāva pētīšanu. Izrādījās, ka fluors ietilpst kaulu un zobu sastāvā. Zobu sastāvā ir līdz 0,02% fluora, pie kam lielāko daļu no šī daudzuma satur zobu emalja. Fluors, kas nepieciešams zoba emaljas un kaulu veidošanai, organismā iekļūst ar dzeramo ūdeni; fluora daudzums 5 tonnās dzeramā ūdens sasniedz vienu gramu. Dažās valstīs izdarītie masveida eksperimenti cīņai ar zobu bojāšanos, pievienojot ūdenim fluoru (1:1 000 000), deva ļoti labus rezultātus. Neliela hlora fluorīda piedeva dzeramajam ūdenim ievērojami samazināja (par 65%) zobu bojāšanos Puertoriko bērniem. Vislielākā iekārta ūdens fluoridēšanai izveidota Vācijas Demokrātiskajā Republikā. Dzeramo ūdeni fluoridē arī aizpolārās pilsētas Noriļskas iedzīvotājiem.

Ja fluora daudzums ūdenī pārsniedz 0,00005%, attīstās īpaša zobu slimība — fluoroze, kas izraisa zobu emaljas nomelnēšanu, tās sairšanu un zobu izkrišanu. Fluoroze parasti novērojama vulkāniskos un fluorapatītu atradņu rajonos (Japānā, Ziemeļāfrikā, dažās vietās Amerikā un citās zemēs). Ja dzeramajā ūdenī fluors ir nepietiekamā daudzumā (mazāk par 0,00005%), fluora vietu zobu emaljā ieņem hidroksila joni. To ietekmē emaljas izturība ievērojami samazinās, iestājas karioze (emaljas un dentīna bojāšanās), kas ātri progresē, kā rezultātā zobi pilnīgi sairst. Fluorūdeņradis, kas veidojas, apstrādājot sērskābes iegūšanas izejvielas, elpošanas procesā rada fluorūdeņraža skābi, kas sairdina zobus. It īpaši tas novērojams superfosfāta rūpnīcās, kas pārstrādā izejvielas ar nelielu fluora piejaukumu.

Fluora krieviskais nosaukums «фтор», ko pieņēma krievu ķīmiķi, kā redzams, attaisno savu grieķisko nosaukumu, jo grieķu valodā φθέρως nozīmē «postīšana».

Citās valodās, arī latviešu valodā, šo elementu sauc par fluoru (no latīņu vārda *fluo* «tecēt, plūst»). Latīņu nosaukums radās tāpēc, ka fluoru satur minerāls fluorīts — kušņu špats. Fluorītu viduslaiku metalurgijā lietoja par kusni, jo tādējādi tika atvieglināta tukšo iezu sakausēšana un palielinājās radušos izdedžu plūstamība.

Fluora zemes garozā, protams, savienojumu veidā, procentuāli ir gandrīz tikpat daudz, cik slāpekļa, hroma un sēra. Rūpnieciska nozīme ir tikai diviem fluoru saturošiem minerāliem — fluoršpatam un kriolītam. Kriolīts (no grieķu vārdiem κρύος «aukstums» un λίθος «akmens») — aukstais vai ledus akmens — zemes garozā sastopams ļoti reti. Viena no nedaudzajām kriolīta atradnēm ir Grenlandē. Lai arī cik tālu būtu Grenlande, tomēr visām valstīm jāsūta uz to kuģi pēc kriolīta. Bez kriolīta nav iespējams izkausēt alumīniju, bet bez alumīnija mūsdienās nevar attīstīties rūpniecība. Kriolīts nepieciešams ne tikai alumīnija rūpniecībā, bet arī metāliskā magnija un berīļa kausēšanā.

Mūsu valsts, negribēdama būt atkarīga no ārzemju kapitalistiem, jau daudzus gadus kriolītu izgatavo ķīmiski. «Mākslīgais» kriolīts ne tikai neatpaliek no dabiskā, bet daudzējādā ziņā pat pārspēj to.

Akadēmiķa A. Fersmana brīnišķīgās grāmatas nodaļas «Visu saēdošais fluors» nobeigumā teikts: «Fluors ar savu komplicēto savienojumu savdabīgajām īpašībām ir vēl ļoti maz izpētīts dabas ķīmiskais elements, un mums patlaban grūti paredzēt, cik plaši vēl to lietos tautas saimniecībā un kāda būs fluora loma nākotnes tehnikā.»

Pēdējos gados, izmantojot fluoru, iegūtas vairākas jaunas vielas ar ļoti vērtīgām īpašībām: nenovecojoši eļļošanas



materiāli; aktīvie insektofungicīdi,¹ gaismizturīgas krās-
vielas, efektīvi katalizatori, neaizstājami dielektriķi —
tas ir tikai sākums garajam tehnisko preču sarakstam,
kuru pieprasījums ik dienas palielinās. Mājturības apa-
rāta — ledusskapja darbīgais šķidrums, kas dzesē ledus-
skapja iekšējo tilpumu, ir fluora savienojums. Šī viela ir
difluordihlormetāns, ko saldējamo iekārtu tehnikā sauc
par freonu. Freons, iztvaikojot speciālās caurulēs, kas
atrodas saldējamo skapju augšējā daļā, uzņem siltumu no
apkārtējās vides.

Turkmēnijā gadā ir vairāk nekā 300 saulainu dienu.
Vasarā temperatūra Ašhabadas mājās sasniedz 30°C. Šā-
dos apstākļos ir grūti strādāt. Var gan ierīkot speciālas
dzesēšanas iekārtas. Šādas iekārtas jau ir zināmas, bet,
lai tās darbotos, nepieciešams daudz elektriskās enerģijas.
Kāpēc gan par enerģijas avotu neizmanto Saules sil-
tumu? Spoguļveida atstarotājs, kas izbūvēts uz mājas ārē-
jās sienas, Saules stārus fokusē uz caurulēm, kuras pie-
pildītas ar freonu. Freons tvaikus novada siltumapmaiņas
aparātos, bet pēc tam — telpās novietotās dzesēšanas
iekārtas baterijās.

Ne mazāk vērtīgas īpašības piemīt jaunām plastmasām,
kuru sastāvā ietilpst fluors. Dažas no tām, nezaudējot
savas īpašības, iztur karsēšanu līdz 500°C. Šos materiālus
lieto vidēs ar augstām temperatūrām strādājošo elektro-
motoru vadu izolācijai.

Savienojumi, ko apvieno kopējs nosaukums — oglekļa
fluorīdi, vārdnīcā tika ieviesti mūsu gadsimta 50. gadu
beigās. Dabā šo vielu nav. Vārda pilnā nozīmē šīs vielas
ir ķīmijas lolojums. Oglekļa fluorīdi nedeg, nekorodē, ne-
trūd un nesairst, eļļas un ūdens tos neslapina. Uz šīm
vielām neiedarbojas slāpekļskābe un «karaūdens». Tām
nepielīp pat... maizes mīkla. Maizes un makaronu veid-
nes var neieziest ar taukiem, bet gan izklāt ar oglekļa
fluorīdu plēvi. Daži no šiem fluora savienojumiem ir šķid-
rumi, bet citi — cietas vielas. Teflonus vai fluoroplastus
to izturības dēļ ar pilnām tiesībām sauc par «organisko
platīnu». Mēģināsim uzskaitīt oglekļa fluorīdu lietošanas
nozāres: tos lieto dzinēju dzesētājšķidrumos, audumu pie-
sūcināšanā, izmanto par «mūžīgām» ziežvielām, elektris-
kajā izolācijā, elektrolīzes vannu piedevām...

¹ Insektofungicīdi — lauksaimniecībā lietotas vielas kukaiņu un
sēnīšu apkarošanai.

Radīta jauna zinātne — fluora organisko savienojumu ķīmija, kas izstrādāja arī līdzekļus pret visu postošā fluora iedarbību un palīdzēja atklāt derīgus fluoru saturošus materiālus — fluoroplastus.

Šķidrā fluora nodrošina raķešu dzinējiem vislielāko īpatnējo vilkmes spēju, dod iespēju iegūt līdz 4500°C augstu degšanas temperatūru. Lai gan fluoram kā oksidētājam ir daudz trūkumu (vajadzīgi superizturīgi materiāli un ideāla aizsardzība pret indīgajiem degšanas produktiem), tomēr tas ir ļoti perspektīvs elements. ASV firmas jau izstrādājušas un pārbaudījušas šķidrās degvielas reaktīvā dzinēja projektu, par degvielu izmantojot šķidro ūdeņradi un šķidro fluoru. Minētajā sistēmā fluors ir oksidētājs (agrāk par oksidētāju izmantoja skābekli). Reakcijā ar ūdeņradi fluors eksplodē pat ... —252°C temperatūrā! Karsts ūdens, virzot uz tā virsmas fluora strūklu, aizdegas un deg ar bāli violetu liesmu, veidojot fluorūdeņradi un ... skābekli! Tas, liekas, ir vienīgais gadījums, kad skābeklis ir nevis degšanas cēlonis, bet gan degšanas rezultāts. Fluors dod iespēju izmantot metālus par kurināmo. Pat platīns, ja tas sakarsēts līdz 500°C, sadeg fluora vidē. Pēc oksidēšanas spējām no fluora neatpaliek hlora trifluorīds. Stikla vate un azbests, kas pazīstami ar savām ugunsdrošības īpašībām, saskaroties ar hlora trifluorīdu, viegli aizdegas. Ūdens — pārbaudītais ugunsgrēku dzēšanas līdzeklis, — saskaroties ar hlora trifluorīdu ... eksplodē.

Atšķirībā no fluora, kas kļūst šķidrā —188°C temperatūrā, hlora trifluorīds ir šķidrums, kura viršanas temperatūra ir +11°C.

Fluora un ūdeņraža savienojuma ūdens šķīdums — fluorūdeņraža skābe spēj izšķīdināt lielāko daļu metālu un pat stiklu. Šādu skābi var uzglabāt tikai tādos traukos, kuru iekšpuse pārklāta ar parafīnu. Tagad parafīnu sāk aizstāt ar polimeru materiāliem un fluorūdeņraža skābi uzglabā un pārvadā polietilēna traukos. Fluorūdeņraža skābes īpašību izšķīdināt stiklu izmanto praktiskiem mērķiem. Ar šo skābi uz stikla var «iegravēt» rakstus un zīmējumus.

Galvenais materiāls, no kura iegūst fluoru, bet pēc tam arī fluora savienojumus, ir fluorīts. Tas lielos daudzumos atrodas ASV, kā arī Padomju Savienībā.

Brīvā veidā fluoru pirmo reizi ieguva 1886. g. 26. jūnijā franču ķīmiķis A. Muasāns (1852.—1907.).

JAUNAIS STARP VECAJIEM

10. Neons — Neon (Ne)

Tas, ka gaisa sastāvā ir slāpekļis, skābekļis un ogļskābā gāze, bija jau sen zināms. Vismaz tolaik, kad izgudroja mašīnu gaisa pārvēršanai šķidrūmā (1897. g.), par galvenajām gaisa sastāvā ietilpstošajām gāzēm — slāpekli, skābekli un ogļskābo gāzi — bija savāktas gandrīz pilnīgas ziņas. Šīs gāzes bija vecas paziņas kā fiziķiem, tā arī ķīmiķiem.

Tomēr 1898. g. fiziķis V. Ramzejs (1852.—1916.) un ķīmiķis M. Traverss, ar spektroskopa palīdzību pētot pirmās no šķidrā gaisa iztvaikojošās gāzes devas, atklāja tajās jaunu elementu. Šīs gāzes nosaukums — neons radies no grieķu vārda *νέον*, kas nozīmē «jauns». Pirms neona bija atklāts vēl viens gaisa komponents — kripton, bet pēc neona atklāja ksenonu. Neona pastāvēšanu, kā arī dažas tā īpašības jau gadu pirms neona atklāšanas (1897. g.) paredzēja Ramzejs.

Vienā kubikmetrā gaisa ir 18 cm³ neona. Līdzīgi slāpeklim un skābeklim, kas ietilpst gaisa sastāvā, arī neonam nav ne krāsas, ne smaržas, ne arī garšas. Neons un tā «brāļi» nulles grupā parasti ir pasīvas un inertas cēlgāzes. Tiešām, šo elementu apvalki ir sevišķi izturīgi un parasti savienojumus ar citiem elementiem neveido. Tomēr 1896. g. franču fiziķis R. Vijārs lielā spiedienā ieguva argona savienojumu ar ūdeni — argona hidrātu. Līdzīgu savienojumu 1936. g. ieguva B. Ņikitins. Tagad jau zināmi vairāki citi «cēlgāzu» savienojumi, kuros ietilpst neons. Tāpēc par neona inertumu jārunā ar lielu piesardzību.

Šķidrā stāvoklī neonam (pēc hēlija un ūdeņraža) ir viszemākā viršanas ($-246,0^{\circ}\text{C}$) un zema sasaldēšanas temperatūra ($-248,6^{\circ}\text{C}$).

Stikla caurulē ieslēgta neona īpašību spīdēt šarlaksarkanā krāsā, ja tam laiž cauri elektrisko strāvu, izmanto elektrotehnikā. Gaismas reklāmas un uzraksti, kuri mirdz sarkanā gaismā veikalu vitrīnās, pie teātru un kinoteātru afišām, augstceltņu smailēs, Maskavas metro vestibilos — tās visas ir ar neonu piepildītas stikla caurules, pa kurām plūst elektriskā strāva.

Neona gaismai ir brīnišķīga īpašība, proti, tā tālu redzama pat miglā. Tāpēc spēcīgas neona elektrospludzes

sevišķi plaši lieto bākās un signāliekārtās. Lietainās naktīs, kad nav redzamas ne zvaigznes, ne mēness, kad bieža migla absorbē parasto elektropuldžu gaismu, neona caurules spilgti mirdz tumsā, rādot ceļu jūras un gaisa kuģiem.

... Tās sauc par spuldzēm ar auksto katodu, dažkārt tās tēlaini sauc par gāzes pusvadītājiem. Zirņa lieluma stikla kolbiņa un neona vidē ievietotas trīs sīkas detaļas — elektrodi — tas ir viss komplekts, kas aizstāj parasto radiolampu. Lēti, vienkārši izgatavojami un ilgstoši lietojami, mazāk patērē elektroenerģiju, ērti skaitļojamām mašīnām, lūk, tādas ir gāzes (neona) pusvadītāju galvenās priekšrocības.

Elementārās daļiņas, kurām ir lādiņš, ar neonu pildītā atmosfērā atstāj sarkanas, spīdošas pēdas, ko var nofotografēt. Šī parādība ir jauna veida elementārdaļiņu pētīšanas aparāta — «dziirksteļu treka kameras» darbības pamatā. Treka kamera paver fiziķiem jaunas, plašas iespējas mikropasaules, kosmisko staru utt. pētīšanai. Tās konstrukciju patstāvīgi un neatkarīgi cits no cita izstrādāja padomju un amerikāņu zinātnieki.



METĀLS, KAS ŠĶĪST ŪDENI

11. Nātrijs — Natrium (Na)

Kāds vecu lietu tirgotājs Anglijā — Beikers, kas sevi uzskatīja par dabaszinātņu amatieri, mirstot novēlēja savu īpašumu Londonas Karaliskajai biedrībai (Anglijas Zinātņu akadēmijai) dabaszinātņu veicināšanai. Beikera testamentā bija ierakstīts šāds noteikums: procenti no naudas summas, kas glabājas bankā, ik gadus jāizmaksā tam, kurš Karaliskajā biedrībā nolasa ziņojumu par kādu izcilu atklājumu. Šāda veida ziņojumus par izcilēm atklājumiem zinātnē sāka dēvēt par Beikera ziņojumiem. Atļauju nolasīt Beikera ziņojumu zinātnieki uzskatīja par godu, saprotams, nevis jau tāpēc, ka ziņojuma lasītājs saņēma

novēlētās summas procentus. Nē. Lietas būtība bija pavīsam cita. Testamenta noteikumos teikts: «... ziņojumu par izcilu atklājumu» — lūk, tas ir svarīgi zinātniekam, Beikera ziņojuma nolasītājam. Beikera ziņojumus arī tagad Anglijā uzskata par zinātniskā atklājuma vērtīguma apliecinājumu.

1807. g. 19. novembrī Londonā referātu lasīja Hemfrijs Dēvi (1778.—1829.), ziņojot par lietām, kas tolaik šķita neticamas. Viņš iztirzāja «kodīgos sārmus» (kodīgo nātriju, ko pazina ar kaustiskās sodas vai kaustikas nosaukumu, un kodīgo kāliju), kuri izraisīja «jaunu un neparastu ķermeņu izdalīšanos, kas bija šo vielu bāzes». Bija konstatēts, ka «kodīgie sārmi» nav vis vienkāršas vielas, kā to ilgu laiku uzskatīja, bet gan complicēti savienojumi. Elektriskās strāvas iedarbībā, ko ieguva ar tolaik visspēcīgāko Voltas stabu, kas bija izgatavots pēc Dēvi pasūtījuma, sārmi, īsilaicīgi pakļauti gaisa mitruma iedarbībai, sadalījās, izdalot dažādus, bet pēc ķīmiskajām īpašībām ļoti līdzīgus elementus. Vienu no šiem elementiem Dēvi nosauca par «potasiju», atvasinot tā nosaukumu no līdzīga angļu vārda, kas nozīmēja «potašs». Otru elementu Dēvi nosauca par «sodiju» (no latīņu vārda *soda*).

Džilberts 1810. g. nosaukuma «potasijs» vietā ieviesa nosaukumu — «kālijs» (no arābu vārda *alkali* — «sārms»). Zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss (1779.—1848.) 1811. g. nosaukumu «sodijs» aizstāja ar vārdu «nātrijs», to atvasinot no arābu alķīmiķu lietotā *natron*, kas nozīmēja «soda» (arābi to bija pārņēmuši no latīņu *nitrum*, bet latīņu valodā tas ienācis no Aristoteļa nitrona (*νίτρον* «soda»)). Krievu ķīmiķis H. Hess (1802.—1850.) 1831. g. šos nosaukumus ieviesa krievu ķīmiskajā literatūrā.

Starp citu, nosaukumi «potasijs» un «sodijs» dažās zemēs (Anglijā, Amerikās Savienotajās Valstīs, Itālijā u.c.) saglabājušies līdz pat mūsdienām.

Dēvi parādīja klausītājiem viņa atklātos metālus un demonstrēja to ķīmiskās īpašības. Stikla pudelē zem petrolejas slāņa šie metāli laistījās maigi sidrabotā mirgā, bet, tikko tos iemeta ūdenī, tie klātesošajiem par lielu izbrīnu nevis nogrima, bet gan peldot sāka ātri kustēties, «skraidīt» pa ūdens virsmu, izkūstot mirdzošos pilieniņos. Šādos apstākļos «potasija» (kālija) savienojums ar ūdeni radīja tik vētrainu kālija oksidēšanos, ka ūdeņradis, kas izdalījās reakcijā, aizdegās, bet ūdens pārvērtās par šķī-

dumu, kuram bija visas sārma īpašības. Tas pats notika arī ar «sodiju» (nātriju), tikai ar to starpību, ka siltums, nātrijam reaģējot ar ūdeni, bija nepietiekams, lai aizdegtos ūdeņradis. Tas bija neticami. Ne velti kāds no klātesošajiem, kas klausījās Dēvi lekciju, pārsteigts par visu redzēto, teica: «Tā jau, ja jums tik, rīt gandrīz vai no šņaucamās tabakas ar elektrisko strāvu iegūs zeltu, dimantus un vēl velns zina ko!»

Nātrijs ir aktīvs metāls. Tāpēc to kā vienu no visizplatītākajiem elementiem, kas sastāda 2,0% no visas zemes garozas atomu kopskaita, nevar sastapt brīvā veidā. Turpretī tā savienojumi ir ļoti daudzveidīgi, un daži no tiem arī plaši izplatīti. Pie tiem pieder visiem pazīstamā vārāmā sāls, kas sastāv no nātrija un hlora. Nātrijs, kā norādīts iepriekš, ir viens no aktīvajiem metāliem, bet hlors — viens no aktīvajiem nemetāliem. Brīvā stāvoklī abi šie elementi nāvējoši iedarbojas uz dzīvnieku un cilvēku organismu. Taču savienojoties tie dod vielu, bez kuras nav iespējama augu, dzīvnieku un cilvēka dzīvības procesu norise. Augos vārāmā sāls veicina kālija sāļu pārvietošanos uz augstākajām lapām. Kālija mēslojums, kas satur nātriju sāli, palielina cukurbiešu, burkānu un citu sakņaugu ražu. Dzīvīem organismiem sāls vajadzīga svarīgāko fizioloģisko procesu norises nodrošināšanai. Ar to var izskaidrot cilvēka un dzīvnieku organismu dabisko prasību pēc sāls. Atrodoties ārpus šūnām, vārāmā sāls nodrošina pastāvīgu asins osmotisko un audu šķidrums spiedienu. Asinīs sāls rada sarkano asinsķermenīšu eksistencei nepieciešamos apstākļus, muskuļos saglabā kairinājuma spēju, sirdij noteic tās ritmu, kuņģī veido sālskābi, bez kuras nav iespējama barības sagremošana un asimilēšana. Tāda ir vārāmās sāls loma organismā. Sāls nepieciešamība dzīvības procesu norisei bija zināma jau vistālākajā senatnē, un ne jau nejauši sāls tiek minēta daudzās tautas parunās, sakāmvārdos un paražās. «Sāls un maize» — ir viens no novēlējumiem, ar kuru krievu cilvēki jau izsenis sveica cits citu ēšanas laikā, uzsverot sāls līdztvērtību maizei.



Ik gadus cilvēks kopā ar pārtiku patērē 2—3 kg sāls. Ne velti saka: «Lai iepazītu cilvēku, ar to kopā jāapēd puds sāls.» Izrādās, ka tas nemaz nav tik daudz un arī laiks nav diez kāds ilgais: divatā divu triju gadu laikā puds (16 kg) sāls būs apēsts.

Intensīvā tirdzniecība ar sāli, kā arī tās apmaiņa pret citām precēm sāls ieguves vietās veicināja apdzīvotvietu un pilsētu rašanos un attīstību. Daudzu šo pilsētu nosaukumos saglabājies vārds «sāls». Šādu pilsētu nosaukumus var atrast daudzās pasaules zemēs. Minēsim tikai dažus no tiem, pašus izplatītākos: Soļikamska, Soļvičegodska, Soļigaliča, Usoļje, Sibīrijas Usoļje — Padomju Savienībā; Soltleiksitiija un Soltvila — ASV; Zalcburga — Austrijā; Zalcvedele, Zalcungena, Halle (χαλ sengrieķu valodā nozīmē «sāls»), Halštate — Vācijā; Marseļa («jūras sāls») — Francijā; Lavanaputra («sāls pilsēta») — Indijā utt.

Vislielākais nātrija daudzums saistīts savienojumos ar hloru. Sāls vai, kā ķīmiķi to sauc, nātrija hlorīds, veido spēcīgus nogulumus. Tā, piemēram, Soļļeckā sāls slāņa biežums pārsniedz pusotra kilometra. Sāls daudzums, kas atrodas Astrahaņas apgabalā Baskunčaka ezerā, spēj nodrošināt Padomju Savienības sāls patēriņu 400 gadus. Milzīgus sāls daudzumus satur jūru un okeānu ūdeņi.

Vēl pavisam nesen Baskunčaka ezeru pazina kā sāls ieguves avotu. Tagad tam pievērsta sporta entuziastu uzmanība. Ezera izžuvusi daļa ir ideāli līdzens laukums, kura virsma ir gludāka par stiklu un cietāka par tēraudu. Šī ezera autodromā gāzturbīnu dzinēja automobilis spēj sasniegt līdz 306,6 km/st lielu ātrumu.

Gigantiska nātrija sāļu krātuve ir Karabogazgola līcis Kaspijas jūras austrumu piekrastē.

Patlaban, atrodoties 4,8 metrus zemāk par Kaspijas jūras līmeni, līcis «iesūc» milzīgos daudzumos Kaspijas jūras ūdeni, kurš ietek nelielā jūras šaurumā, kas savieno Karabogazgola līci ar Kaspijas jūru. Ūdens, lielā ātrumā ar milzīgu troksni krītot no 1,6 metrus augstā akmens sliekšņa, kas atrodas jūras šaurumā, veido savdabīgu un pasaulē vienīgo jūras ūdenskritumu. Ik gadus līcis uzsūc apmēram desmit kubikkilometru Kaspijas jūras ūdens.

Nelielais liča dziļums un milzīgais laukums, karstā un sausā vasara, kā arī spēcīgie vēji veicina ūdens ātru iztvaikošanu un ūdens sāļu nosēšanos liča dibenā. Ar

1939. g. liča piekrastes rajonos sāka nosēsties nātrijs hlorīds, bet vēlāk arī nātrijs un magnijs hlorīda savienojums — astrahanīts.

Tā kā līdz pat šim laikam sāļu nosēšanās turpinās, milzīgas liča platības atsegušās un virspusē pacēlušies dažādu, galvenokārt nātrijs sāļu (nātrijs hlorīda un nātrijs sulfāta) sagulumi.

Neparasta un, jāsaka, neatkārtojama īpatnība piemīt atsegtajiem sāls slāņiem, kas atrodas Karabogazgola tagadējos krastos. Šī īpatnība ir sāls iegulu «dziedāšana», ko pirmo reizi aprakstīja ķīmijas zinātnu doktors G. Sedelņikovs, ģeogrāfijas zinātnu kandidāts S. Bobrovs un D. Buinevičs.

Sāļu «dziedāšana» izpaužas kā raksturīga un nepārtraukta dūkšana; tās stiprums ir nemainīgs, tonis vienmuļš; tā nedaudz atgādina troksni, kāds rodas, lieliem lietus pilieniem sitoties pret skārda jumtu.

Sāļu «dziedāšanai» ir termiska rakstura cēlonis. Virsējie slāņi, kas sastāv no kārtainiem veidojumiem, pēc nakts temperatūras ir ne tikai auksti, bet arī mitri. Pēc saullēkta šie slāņi ātri sasilst. Taču sasilsana nav vienmērīga. Virsējās atklātās kārtas apžūst un sasilst ātrāk nekā zemākās, kas atrodas zem tām. Sasilstot, izžūstot, plaisājot un, beidzot, izskalojoties, slāņa virsējās kārtas birst uz zemākajām, radot specifisku dūkšanu, kas, sāls kārtu starpās un sāls masā esošajās tukšajās vietās pastiprinoties, dzirdama kā liča sāls krastu «dziedāšana». Zināma loma acimredzot ir arī vējam, kas rada plāno sāls kārtiņu vibrēšanu. Tām savstarpēji saskaroties, rodas maigas skaņas. «Dziedošie» nātrijs sāļi, kas atrodas pasaules unikālā liča krastos, pieskaitāmi pie sevišķi retām dabas parādībām.

No pasaules okeāniem iegūtās sāls pietiktu, lai visu sauszemi pārklātu ar ... 130 metru biezu sāls slāni. Lūk, cik lieli ir sāls krājumi!

Noslēgumā vēl daži vārdi par pašu nātriju.

Daudzi, protams, pēc skolas ķīmijas kursa atceras nātrijs lielo aktivitāti attiecībā pret gaisa skābekli, ūdens tvaikiem un ūdeni. Šīs aktivitātes dēļ nātrijs gabaliņi bija jāglabā traukā zem petrolejas slāņa. No mēģinājumiem ķīmijas stundās atmiņā palikusi arī nātrijs apžilbinošā degšana skābeklī un ūdenī peldošo nātrijs gabaliņu efektīvās eksplozijas.

Cerēdami demoralizēt mierīgos iedzīvotājus, amerikāņi nātriju izmanto kā piedevu napalmam, jo, šādas bumbas radīto ugunsgrēku dzēšot ar ūdeni, degšana vēl vairāk pastiprinās, bet tas, protams, rada bailes. Visi ir pieraduši, ka metāli kūst ļoti augstās temperatūrās. Tiešām, pamēģiniet, piemēram, izkausēt kniepadatu vai parasto šujamadatu! Bet, lūk, metāls nātrijs kūst 97,7°C temperatūrā. Ja nātrijs nebūtu tik aktīvs, to viegli varētu kausēt verdošā ūdenī!

Savdabīgās nātrija īpašības sekmēja šī metāla izmantošanu tehnikas progresam. Nātriju ar labiem panākumiem izmanto kā siltuma nesēju kādas ASV zemūdens atomreaktorā. Siltumu, kas veidojas reaktora darba zonā, aizvada ar ķīmiski tīru nātriju, kura viršanas temperatūra (883°C) ar uzviju garantē reaktora sekmīgu darbību, jo šķidrā nātrija apskalošanās siltumizdalošās zonas maksimālā temperatūra nepārsniedz 650—700°C. Šķidro nātriju ar sūkņiem dzen caur reaktora darba zonu pa noslēgtu cauruļvadu sistēmu. Nātrija temperatūra tanī sasniedz 500°C. Nātrija kontūra caurules apsilda starpkontūru, kurā cirkulē t. s. nātrija un kālija eitektiskais sakausējums, kas atšķirībā no šiem metāliem paliek šķidrā stāvoklī pat istabas temperatūrā.

Nātrija-kālija kontūrs atšķirībā no nātrija kontūra nav radioaktīvs, un to izmanto ūdens tvaika ģenerators sildīšanai. Tajā veidojas tvaiks ar jau samērā nelielu temperatūru; šo tvaiku novada uz turbīnām. Nātriju lieto arī siltuma novadīšanai aviadzinējos.

Mākslīgā kaučuka ražošanā nātrijs ir brīnišķīgs reakcijas paātrinātājs, kurš savieno butadiena molekulas produktā, kas pēc savām īpašībām neatpaliek no labākajām dabiskā kaučuka šķirnēm. Nātriju lieto speciālās gāzes apgaismes spuldzēs. Nātrija spuldze ir pildīta ar neonu, un tajā atrodas nedaudz metāliskā nātrija. Ieslēdzot spuldzi, izlādēšanās sākas neonā. Siltums, kas izdalās izlādēšanās procesā, iztvaicē nātriju, un pēc neilga laika neona sarkano gaismu nomaina dzeltena — nātrija gaisma. Nātrija spuldzes ir spēcīgi gaismas avoti ar augstu lietderības koeficientu (laboratorijas apstākļos līdz 70%). Augstais ekonomiskums deva iespēju izmantot nātrija spuldzes autoceļu, staciju, piestātņu utt. apgaismošanai. 1960. g. pasaulē ražoja apmēram 200 tūkst. tonnas metāliskā nātrija.

Profesors J. Sklovskis ierosināja noteikt atmosfēras augšējo slāņu blīvumu, izmantojot šim nolūkam mākslīgas nātrija komētas.

Un, lūk, izmantojot nātriju, 113 tūkst. kilometru attālumā no Zemes izveidoja mākslīgu komētu no kosmiskās raķetes, ko radīja padomju cilvēki un ko pirmo reizi cilvēces vēsturē 1959. g. 2. janvārī pacēla Visuma plašumos, izmetot pasaules telpā nātrija tvaikus. Otru mākslīgo komētu izveidoja no otrās kosmiskās raķetes, tai lidojot uz Mēnesi. No raķetes izsviestā nātrija mākoņa diametrs 4 minūšu laikā sasniedza 600 km. Mākslīgās komētas spīdēšanu varēja novērot caur speciāliem filtriem. Komēta deva iespēju precizēt raķetes koordinātes un noteikt teorētisko un faktisko datu iespējamo atšķirību.

Ir zināmi 6 nātrija mākslīgie radioaktīvie izotopi. No tiem medicīnā un bioloģijā plaši lieto nātrija β -izotopu, kura masas skaitlis ir 24 un pussabrukšanas periods 15 stundas. Radioaktīvais nātrijs, kas organismā ievadīts ar pārtiku vai tieši asinīs (vēnā), ar radioaktīvu starojumu signalizējot par savu klātbūtni, dod iespēju spriest par asins kustības ātrumu asinsvados un asins daudzumu organismā, kā arī par to, cik ātri organisms uzsūc ūdeni, pārtikas vielas utt. Izmantojot radioaktīvo nātriju, izdevās atrisināt vairākas nozīmīgas bioķīmijas un diagnostikas problēmas, kurām ir nepārspējami liela loma teorētiskajā un praktiskajā medicīnā.

SĒRKOCIŅA LIESMĀ SADEGOŠS

12. Magnijs — Magnesium (Mg)

Kāds ķīmiķis 1695. g., cenšoties iegūt «gudrības akmeni», iztvaicēja ūdeni. Ūdeni eksperimentiem viņš ņēma no avota, kas atrodas Epsomas pilsētas (Anglija) tuvumā. Ķīmiķis ieguva sāli, kam bija . . . rūgta garša un kas nodevēja par caurejas līdzekli. Piecus gadus vēlāk atklāja, ka Epsomas sāls sadarbibā ar «pastāvīgo sārmu» (tā gandrīz līdz 18. gs. beigām sauca sodu un potašu) veido irdenu, baltu, vieglu pulveri. Pēc ārējās līdzības ar citu tādu pašu vieglu un irdenu pulveri, ko ieguva, izkvēlinot grieķu pilsētas Magnēzijas (Austrumtesalijā) tuvumā atrodošos akmens iežus, iegūto pulveri sāka saukt par balto magnēziju.

1808. g., pēc tam kad Dēvi no metāla, kas spēj veidot balto magnēziju, bija pagatavojis amalgāmu, šo elementu nosauca par magniju. Tīrā veidā magniju ieguva 1829. g. franču ķīmiķis A. Bisī.

Magnijs dabā sastopams ļoti plaši visdažādāko savienojumu veidā, kuri veido minerālus: magnezītu, karnalītu un dolomītu, kā arī silikātus — olivīnu, augītu, azbestu, talku u. c.

Tehnikā sevišķi liela nozīme ir azbestam. Vārds azbests cēlies no sengrieķu valodas un tulkojumā nozīmē «nedegams». Šo akmeni, no kā izgatavoja audumu valdnieku apbedīšanas krekliem, sadedzinot liķus uz sārtiem, pirmoreiz aprakstīja senās Romas zinātnieks Plīnijs. Tibetas klosteru mūki demonstrēja «brīnumu», izejot caur uguni... ietīnušies ciešos azbesta auduma maisos. Marko Polo par azbestu rakstīja: «Šī viela atrodas salamandrā; iemesta ugunī, tā nedeg, bet es nekur kalnos nevarēju atrast šo salamandru, kurai čūskas izskatā būtu jādzīvo ugunī.»

Magnezīts veido lielus uzkrājumus, no dolomīta sastāv veselās kalnu grēdas. Ne mazāk magnija savienojumu atrodas jūru un okeānu ūdeņos, kur ir vismaz 60 kvadriljoni tonnu tīra magnija.

Magnijs, būdams bioelements, ietilpst dzīvās vielas sastāvā. Dzīvos organismos magnijam ir nozīmīga vielmaiņas stimulatora loma; tas atrodas aknās, kaulos, asinīs, nervaudos un smadzenēs. Muskuļos magnijs veicina ogļhidrātu apmaiņu. Dzīvos organismos magnija daudzums nepārsniedz procenta simto daļu, bet augos tā jau ir daudz vairāk (dažās aļģēs līdz 3—4%).

Magnijs ir augu krāsvielas — hlorofila nepieciešama sastāvdaļa. Hlorofilam ir liela loma ogļskābes asimilācijā. Tas ir viena no brīnišķīgākajām vielām dabā. Hlorofils absorbē Saules starus, kuru enerģija lapās veic complicētas ķīmiskas pārvērtības. Šo pārvērtību rezultātā no ogļskābās gāzes (cilvēku, dzīvnieku un augu elpošanas produkts, fabriku un rūpnīcu ražošanas procesu atkritumi) un ūdens veidojas complicētas organiskās vielas — glikoze un ciete, kas nepieciešamas cilvēka un dzīvnieku uzturam. Minētās pārvērtības ir vienīgais dabiskais organisko vielu veidošanās process uz mūsu planētas. Lūk, ko par to rakstīja ievērojamais krievu zinātnieks K. Timirjazevs: «Visas organiskās vielas, lai arī cik daudzveidīgas

tās būtu, lai arī kur tās atrastos, — augos, dzīvniekā vai cilvēkā, ir gājušas caur lapu... Bez lapām... dabā nav citas laboratorijas, kur varētu rasties organiskās vielas. Ja augi nespētu saistīt oglekli, uz zemes nebūtu dzīvība tādā veidā, kāda tā ir tagad.» Tā ir augu nozīme pasaules vai, kā teica K. Timirjazevs, kosmosa mērogā.

Organisko vielu veidošanās procesu jeb sintēzi, kas noris lapās, sauc par fotosintēzi (no grieķu vārda φῶς, φωτός «gaisma»). Fotosintēzes procesā no lapām izdalās skābeklis un tiek absorbēti Saules stari, kuru enerģija nostiprinās kā augos esošo organisko vielu slēpta enerģija. Tādā veidā augi ar hlorofila palīdzību veic zemes sanitāru pienākumus, proti, attīra zemi no ogļskābes, kuras vidē nav iespējams dzīvot dzīvniekiem un cilvēkam, un akumulē Saules siltumu. Vienkārši noņemt un noslēpt Saules staru nav iespējams, bet ar augiem, ar to zaļajiem zariem un zaļajām lapām var ne tikai iegūt no gaisa oglekli, bet arī kopā ar to atlikt rezervē hlorofila absorbēto Saules staru. Fotosintēzes procesam ir ļoti augsta efektivitāte. Aprēķināts, ka vienas ogļskābās gāzes molekulas pārvēršanai ogleklī vajadzīgi pavisam tikai 8 kvanti sarkanās gaismas. Tas nozīmē, ka augu «mašīnas» lietderības koeficients ir 35%! Par tādu lietderības koeficientu cilvēks var tikai sapņot. Ķīmisku sistēmu radīšana, kuras spētu tikpat efektīvi izmantot Saules enerģiju, būtu revolūcija cilvēces vēsturē. Liekas, ka šāda revolūcija nav vairs aiz kalniem — tās virzienā jau sperts pirmais solis — 1961. g. zinātnieki sintezēja hlorofilu. Hlorofila sastāvā ietilpst līdz 2% magnija. Zemes augu hlorofilā vien ir apmēram 100 miljardi tonnu magnija. Bez magnija nav hlorofila, bet bez hlorofila nebūtu dzīvības uz zemes. Tāda ir magnija nozīme.

Kas tad ir magnijs? Magnijs ir sidrabaini balts, ļoti viegls (blīvums $1,74 \text{ g/cm}^3$) metāls, kas gaisā ir ļoti izturīgs, jo ātri pārklājas ar plānu oksīda kārtiņu, kas pasargā metālu no tālākas oksidēšanās. Ja magniju ievieto sērko-



ciņa liesmā, tas aizdegas un sadeg ar apžilbinoši spilgtu liesmu, kuras temperatūra sasniedz 550—608°C, veidojot biezus, baltus dūmus (magnija oksīdu). Magnija degšanas procesā izdalās ļoti daudz ultravioleto staru un siltuma. Ar siltumu, kas izdalās, sadegot vienam gramam magnija, 100 gramus ledaina ūdens var sasildīt līdz 50°C.

K. Ciolkovska ideju turpinātāji F. Candra vadībā noorganizēja reaktīvās kustības pētīšanas entuziastu grupu. Kādā no šīs grupas izstrādātajiem projektiem ieteikts metālisko magniju izmantot par degvielu. Bet, tā kā metālistiskais magnijs degot nedod gāzveida produktus, projekta autori ieteica magniju sadedzināt kopā ar šķidru degvielu koloidāla šķīduma veidā vai arī lentas veidā, kuras padevi var mehanizēt. Lai sadedzinātu 1 kg magnija, jāizlieto 4—5 reizes mazāk skābekļa, nekā sadedzinot 1 kg petrolejas. Tas ir ļoti svarīgi, veicot tālus lidojumus.

Pagājušajā karā magniju izmantoja vācu armija degbumbu un apgaismošanas raķešu izgatavošanai.

Kara laikā ASV aviācija Korejā nometa 200 tūkstošus napalma bumbu, kuru korpusi bija izgatavoti no magnija sakausējuma. Rezultātā Phenjanā no 73 000 mājām iznīcināja 70 000 māju; arī palikušās 3000 mājas bija vairāk vai mazāk cietušas. ASV militārā rūpniecība laikā no 1940. līdz 1945. g. izgatavoja apmēram 10 miljonus aviācijas degbumbu, kuru korpusi bija izgatavoti no magnija sakausējumiem.

Magnija spēju dot izturīgus un vieglus sakausējumus izmanto metalurģijā. Mašīnbūvniecībā no tehniskajiem sakausējumiem plaši lieto magnija un alumīnija sakausējumu (magnaliju) un sakausējumu «elektrons». Magnalijs ir cietāks par alumīniju, bet vieglāk apstrādājams un pulējams. Ar nosaukumu «elektrons» apzīmē vairākus magnija sakausējumus ar alumīniju (līdz 10,5%), cinku (līdz 4,5%), mangānu (līdz 1,7%). Dažkārt šo sakausējumu sastāvā ietilpst arī varš, berilijs, titāns u. c.; lai gan «elektronam» ir brīnišķīgas tehniskās īpašības, tas ir tikai nedaudz smagāks (blīvums 1,8 g/cm³) par tīru magniju.

Magnijs ir aktīvs metāls. Tāpēc to izmanto celtnu protektoraizsardzībai pret koroziju. Iegremdējot magnija loksni ūdenī un ar vadītāju savienojot šo loksni un metāla konstrukciju, izveidojas galvaniskais elements, kurā sairst aktīvais elektrods — magnijs, bet saglabājas metāla kon-

strukcija. Šāda protektoraizsardzība ir metāla un dzelzsbetona estakādēm, kas izveidotas jūrā esošajās naftas at-radnēs Baku rajonā.

SOCIĀLISMA METĀLS

13. Alumīnijs — Aluminium (Al)

Izcilais vācu ķīmiķis Fridrihs Vēlers (1800.—1882.), kas pēc izglītības bija ārsts, 1827. g. ieguva nekur un nekad vēl neredzētu metālu. Vēlers alumīniju ieguva no alumīnija hlorīda, sakausējot to ar kāliju. Kālijs intensīvi reaģēja ar hloru, veidojot kālija sāli, bet atlikumā radās pelēks pulveris, kas berzes iedarbībā ieguva metālisku spīdumu. Mēģinājumi iegūt šī metāla lējumu nevainagojās ar panākumiem. Tikai 1845. g. Vēlers ieguva jaunā metāla graudiņus, kuru lielums bija vienāds ar kniepadatas galviņu. Pēc ārējā izskata jaunais metāls bija līdzīgs sudrabam, bet atšķirībā no tā — neparasti viegls: 4 reizes vieglāks par sudrabu, 3,5 reizes vieglāks par varu un gandrīz 3 reizes vieglāks par dzelzi.

Tā kā jaunā metāla iegūšanas izejviela bija jau sen pazīstamie alauni (latīņu valodā *alumen*), iegūto metālu sāka saukt par alumīniju. Milzīgās grūtības, kādas bija jāpārvar, iegūstot alumīniju, bija par cēloni tam, ka šo vieglo, sidrabaino un skaisto metālu pirmajā laikā vērtēja dārgāk par zeltu. Sākumā viens kilograms alumīnija maksāja 1280 rubļu, t. i., apmēram par 80 rubļiem vairāk nekā kilograms zelta. Alumīniju, kas bija iekļuvis dārgmetālu vidū, sāka izmantot juvelierizstrādājumos.

Alumīnijam savu uzmanību pievērsa... imperators Napoleons III. Nenožīmīgais un varas kārais cilvēks, «lielā tēvoča mazais krustdēls», kā viņu tolaik sauca¹, sapņoja apgādāt savus kareivjus ar nepieciešamajām metāla mantām, kas būtu pagatavotas no alumīnija. Saskaņā ar Napoleona III rīkojumu pazīstamajam franču ķīmiķim Sentklēram-Devilam bija piešķirti gandrīz neierobežoti līdzekļi alumīnija ražošanas rūpnieciskā paņēmiena izstrādāšanai. Drīz vien Sentklērs-Devils izstrādāja šādu paņēmieni, bet tas izrādījās ļoti dārgs. Napoleonam III vajadzēja savu vēlēšanos ierobežot ar alumīnija krūšu bruņu

¹ Luijs Napoleons, kas 1852. g. pasludināja sevi par Francijas imperatoru ar Napoleona III vārdu, bija Napoleona I krustdēls.

izgatavošanu nelielai kirasieru grupai imperatora personīgajā apsardzē.

Lai gan laika gaitā alumīnija iegūšanas paņēmieni tika uzlaboti, alumīnijs vēl joprojām bija dārgs. Tas tikai 2,5 reizes bija lētāks par zeltu un, tāpat kā iepriekš, tika izmantots juvelierizstrādājumos.

1889. g., kad ievērojamais krievu ķīmiķis D. Mendelejevs atradās Londonā, viņam par nopelniem ķīmijas attīstībā kā īpaši vērtīgu dāvanu pasniedza no zelta un alumīnija izgatavotus svarus.

Tikai 60 gadus pēc alumīnija atklāšanas (1886. g.) amerikāņu students Čarlzs Martins Holls un franču inženieris P. Eru neatkarīgi viens no otra atklāja vienu un to pašu alumīnija iegūšanas paņēmieni.

Pēc šī paņēmiena kriolītā iepriekš izkausētu alumīnija oksīdu sadala ar elektrisko strāvu. Kriolīts ir samērā rets minerāls, kas sastāv no fluornātrija un fluoralumīnija.

Starp elementiem, no kuriem veidota zemes garoza, alumīnijs pēc izplatības ieņem trešo vietu. Tāpēc alumīnija oksīds jeb mālzeme ir daudzu minerālu vai to sairšanas produktu sastāvā. Tomēr minerālu, kurus varētu izmantot kā rūdu, nav nemaz tik daudz. Vēl mazāk ir tādu minerālu, kas mūsdienu ražošanas apstākļos praktiski var būt par alumīnija ražošanas izejvielu. Patlaban visvairāk izmanto boksītus — iezus, kuros alumīnija oksīds ietilpst hidratu veidā. Boksītos ir līdz 50—60% mālzemes.

Alumīnija ražošanas rūpniecisko procesu iedala divos posmos: pirmais posms — tīra alumīnija oksīda iegūšana, otrais — alumīnija oksīda elektrolīze metāliskā alumīnija iegūšanai. Zināmas grūtības ir ikvienā šajā procesā. Ilgu laiku nevarēja atrast drošu tīra alumīnija oksīda iegūšanas paņēmieni. Lielu ieguldījumu šī paņēmiena izstrādāšanā deva krievu zinātnieks K. Baijers, kā arī padomju inženieri.

Grūtības bija arī alumīnija ražošanas otrajā posmā. Lai realizētu alumīnija iegūšanas elektrisko paņēmieni, bija vajadzīgs daudz enerģijas (lai iegūtu 1 tonnu alumīnija, jāpatērē līdz 20 000 kWh elektroenerģijas); šo paņēmieni varēja ieviest tikai tajās vietās, kur atradās lēti elektriskās strāvas ieguves avoti. Šādi avoti ir kalnu upju ūdens enerģija. Tāpēc arī Eiropā pirmo rūpnīcu, kurā ražoja alumīniju pēc elektrolīzes metodes, uzcēla Neihauzenā (Šveicē) netālu no Reinas ūdenskrituma.

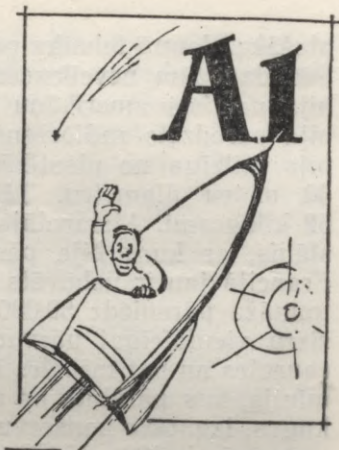
Kopš šī momenta alumīnija kā dārgmetāla slava sāk bālēt. Tam vairs savu uzmanību nepievērš kaprizā mode. Tā kā alumīnijam piemīt daudz vērtīgu īpašību (tas ir viegls, labi kaļams, viegli velmējams, stiepjams, tam ir laba plūstamība, tas ir inerts attiecībā pret gaisu, ūdeni un atšķaidītām organiskām skābēm — etiķskābi, citronskābi u. c.), to sāk lietot tehnikā.

Cariskajai Krievijai nebija alumīnija ražošanas rūpnīcu, tajā nebija zināmas arī alumīnija iegūšanai derīgo izejvielu rezerves. Mūsu zemē alumīnija rūpniecību izveidoja tikai padomju varas laikā. Alumīnija rūpniecības pirmdzimtais ir Volhovas kombināts, kas 1932. g. 14. maijā deva pirmos padomju alumīnija lietņus. Otrais bija Dņepras alumīnija kombināts (pie Dņepras HES), kas pirmo alumīnija kausējumu deva 1933. g. 15. jūlijā. Padomju alumīnija rūpniecības pirmajos kombinātos alumīniju ražoja pēc paņēmieniem, kuru pamatā izcilā ķīmiķa tehnologa P. Fedotjeva (1864.—1934.) izstrādātā alumīnija izdalīšanas elektrolīzes teorija.

Padomju Savienības daudzo upju neizsmeļamā ūdens enerģija hidroelektrostacijās pārvēršas elektriskajā strāvā. Bagātīgās alumīnija dabisko minerālu rezerves paver neierobežotas iespējas tīra alumīnija oksīda iegūšanai no māla, nefelīna, alunīta, zemas kvalitātes boksītiem (kas stipri piesārņoti ar smiltīm un dzelzs oksīdiem) un Piemaskavas ogļu pelniem.

Elektrotehniskajā rūpniecībā alumīnijs konkurē ar varu, bet automobiļa «Moskvič» virzuļus izgatavo no alumīnija un silīcija (13%) sakausējuma. Alumīniju, kuru vēl pavisam nesen uzskatīja par dārgmetālu, tagad izmanto, lai palielinātu čuguna lējumu virsmu karstumizturību, kā arī izturību pret koroziju, tāpat arī cisternu pagatavošanai, kurās pārvadā un uzglabā koncentrētu ūdeņraža pārskābi, slāpekļskābi utt.

Visā pasaulē 1959. g. saražoja vairāk nekā 3 milj. tonnu alumīnija. Tagad tā lietošanas sfēra kļuvusi daudz



plašāka. Jaunā tehnika pavērusi alumīnijam jaunus ceļus. Pēc daudzām neveiksmēm, beidzot, 1960. g. 12. augustā bija uzlaists amerikāņu Zemes pavadonis «Echo-1», kas bija paredzēts radiosignālu atstarošanai; šis pavadonis bija milzīga no plastikāta izgatavota lode apmēram ar 30 metru diametru. Tāpēc pavadoņa svars bija tikai 62 kilogrami. Atstarotāja funkcijas veica plāns alumīnija slānis, ar kuru bija pārklāts lodes plastikāta apvalks. Francijā jau ir uzbūvēts milzīgs, 315 m garš kuģis, kura tonnāža pārsniedz 50 000 t un kurš paredzēts 2000 pasažieru vienlaicīgai pārvadāšanai. Kuģa korpuss, laivas, caurules un pat mēbeles izgatavotas no alumīnija. No alumīnija, kas pārklāts ar epoksīdu sveķiem, būvē tiltus un kuģus, izgatavo konservu taru un pat alus mucas.

Alumīnijs 100—150°C temperatūrā kļūst tik plastisks, ka no tā iespējams iegūt foliju, kas ir plānāka par 0,01 mm. Šādu foliju plaši izmanto elektrisko kondensatoru pagatavošanai un dažu produktu iesaiņošanai.

Ungārijā 1955. g. izdeva pasaulē pirmo uz 0,009 mm biezas alumīnija folijas iespiesto pastmarku. Līdzīgu pastmarku ar uzrakstu «Slava PSKP! Slava padomju tautai!» XXII kongresa dienās uzlīmēja uz aploksnēm Kremļa pils sakaru nodaļā.

Vissmalkāko alumīnija pulveri lieto degošu un eksplodējošu maisījumu, kā arī sidrabainās krāsas izgatavošanai, kas sastāv no vissmalkākām alumīnija plāksnītēm un ir ļoti noturīga pret atmosfēras iedarbību. Rupjgraudainu alumīnija pulveri izmanto aluminotermijā. Par aluminotermiju (atklāta 1859. g.) sauc paņēmienu, saskaņā ar kuru, lietojot pulverveida alumīniju, reducē metālus no to oksīdiem. Aluminotermiju bieži vien lieto augstu temperatūru iegūšanai, metinot metāla detaļas (tramvaja sliedes). Šajā gadījumā darba maisījums — «termīts» — sastāv no alumīnija un dzelzs oksīdu pulveru maisījuma. Termītu aizdedzina ar speciālu degli, un degot tas sakarst līdz 3000°C temperatūrai.

Termīta brikete, kuras svars ir tikai 50 grammi, dažās sekundēs izkausē 2 mm biezu dzelzs loksni. Termīta pulvera iedarbībā, kurš nedeg ar liesmu, bet gan veidojot šļakatas, betons un ķieģeļi saplaisā.

... 1944. g. decembrī padomju pretizlūkošanas darbinieki nelielas poļu pilsētiņas nomalē aizturēja aizdomīgu sievieti, kas pie muniācijas automobiļu kolonas zaudeja

«pildspalvas». Pārbaudot noskaidrojās, ka «pildspalvas» ir aizdedzinoši līdzekļi ar komplicētu aizdedzes sistēmu; «pildspalvu» korpusi bija izgatavoti no sakausējuma — «elektrona», kura sastāvā ietilpst arī alumīnijs. No šī sakausējuma izgatavo arī degbumbu korpusus. Organisko skābju alumīnija sāļi ir napalma galvenā sastāvdaļa; napalma bumbas tagad lieto ASV imperiālisti, cīnoties pret Dienvidvjetnamas tautu, un portugāļu kolonizatori Angolā. Tādā veidā imperiālisti alumīniju izmanto militārām vajadzībām.

Visiem pazīstamo galodu un slīpriņu sastāvā ietilpst alumīnija oksīds jeb mālzeme. Dabisko minerālu, kas satur alumīnija oksīdu, sauc par korundu. Dabiskais korunds, kas piesārņots ar dzelzs oksīdu, ir ļoti ciets, un tāpēc to parasti izmanto slīpriņu, galodu utt. izgatavošanai. Sīki sasmalcinātu korundu, ko sauc par smirģeli, lieto metāla virsmu tīrīšanai un smilšpapīra izgatavošanai. Šim nolūkam bieži vien lieto arī alumīnija oksīdu, ko iegūst, apklausējot boksītu (tā tehniskais nosaukums — alunds).

Caurspīdīgie korunda kristāli, kas ar hroma savienojumiem iekrāsoti skaistā asinsarkanā krāsā, ir dārgakmeņi — rubīni. Tagad rubīna kristālus iegūst mākslīgi. Sintētiskā rubīna kristālu brīnišķīgās īpašības, proti, to spēja izstarot noteiktu daudzumu (kvantus) sarkanās gaismas, ja kristālus apstaro ar ksenona spuldzi, ir spēcīgas optiskās izstarotāja ierīces jeb, kā to bieži vien sauc, lāzera darbības pamatā.

Ja ir attiecīga iekārta, lāzers izstaro stingri noteiktas frekvences sarkanās gaismas staru, kura spilgtums vienu miljonu reižu pārsniedz līdzīga laukuma Saules virsmas spilgtumu. Lāzera staram ir ļoti mazs izkliedes koeficients un ļoti liels gaismas spiediens. Jau mūsdienā optiskie ģeneratori, kas pagaidām vēl nav sevišķi pilnīgi, nelielā atstatumā var «izsist» plānu izturīga materiāla plāksnīti. Aprēķini pierāda, ka, pilnveidojot optiskā ģeneratora stara fokusēšanu, var iegūt fantastisku spiedienu, kas sasniedz... vairākus miljonus atmosfēru uz kvadrātmilimetru!

Tādā veidā optiskie ģeneratori ar vissmalkāko elektromagnētiskā izstarojuma kūli jeb «staru adatu» it kā atkārtoti fantastisko izgudrojumu, kāds aprakstīts Alekseja Tolstoja darbā «Inženiera Garina hiperboloīds».

Gaismas vilņu adatu kūļi sola vilinošas perspektīvas. Jau drīz vien ar tiem paātrinās lādēto daļiņu kustību, urbs visciētākos iežus, iznīcinās vīrusus, metinās punktveida virsmas un pārvietos no vienas orbītas citā Zemes mākslīgos pavadoņus.

Tā nav nejaušība, ka PSRS Zinātņu akadēmijas prezidents akadēmiķis M. Keldišs PSKP XXII kongresā it īpaši uzsvēra kvantu elektrotehnikas jeb, kā dažkārt to nosauc, atomu radiotehnikas daudzsološo attīstību, kuras praktisks sasniegums ir rubīna lāzers.

Visizplatītākajā ugunsturīgajā materiālā — šamotā ir līdz 45% alumīnija oksīda. No šamota ķieģeļiem mūrē krāsnis, ar tiem apšuj tvaika katlus utt.

Cilvēces vēsturē 1957. g. 4. oktobris iezīmēja ievērojamu notikumu. Padomju tautas ģenijs pacēla orbītā pirmo mākslīgo Zemes pavadoni. Tas ir notikums, kuram grūti atrast precedentu visā daudzu gadsimtu ilgajā kultūras vēsturē.

Mākslīgo Zemes pavadoņu ievadišana orbītās (1957. g. 4. oktobrī un 3. novembrī un 1958. g. 15. maijā), kosmiskā reisa Zeme—Mēness veikšana (1959. g. 12. septembrī), starpplanētu automātiskās stacijas palaišana Mēness neredzamās puses nofotografēšanai (1959. g. 4. oktobrī), kosmiskā kuģa ievadišana pavadoņa orbītā (1960. g. 15. maijā) un, beidzot, cilvēka lidojums kosmosā, ko 1961. g. 12. aprīlī veica J. Gagarins, atklādams ceļu slavenai kosmosa iekarotāju plejādei, — tās ir cilvēces brīnišķīgās sasniegumu virsotnes, ielauzoties bezgalīgajās Visuma tālēs. Visu šo sasniegumu pamatā zināmā mērā ir panākumi, kas gūti alumīnija sakausējumu izgatavošanas jomā. Tieši no šiem ļoti izturīgajiem un vieglajiem sakausējumiem bija pagatavoti padomju Zemes pavadoņu korpusi un konteineru apvalki, kuros atradās aparatūra, bet otrā pavadonī arī kosmosa iekarošanas vēsturē pirmais pasažieris — suns — cilvēka uzticamais un neaizstājamais draugs viņa zinātniskajos meklējumos.

Trešajā pavadonī uzstādītais speciālais fluorescējošais ekrāns, ar kuru pētīja no Saules izmestās lādētas daļiņas, bija pagatavots no ārkārtīgi plānas vistīrākā alumīnija folijas. No alumīnija sakausējumiem izgatavoja arī dažādus nostiprinājumus, balstus, instrumentu un ierīču šasijas, kā arī pašas svarīgākās aparatūras apvalkus un korpusus. Mūsdienų tehnikas un zinātnes ievērojamākie

sasniedzumi nav iedomājami bez alumīnija sakausējumiem. Īstenība, izmantojot alumīnija sakausējumus, aizsteidzas priekšā spārnotajai fantāzijai. Mūsu laikabiedri paši savām acīm redz, kā dzimst jauna ēra tehnikā — alumīnija ēra.

Attaisnojas N. Černiševska ģeniālais paredzējums, kurš alumīniju nosauca par «sociālisma metālu».

NEDZĪVĀS DABAS PAMATS

14. Silīcijs — Silicium (Si)

Viens no dabā visplašāk sastopamajiem elementiem pēc skābekļa ir silīcijs. Elementa krieviskais nosaukums «кремний» cēlies no latīņu vārda *lapis cremons*, kas tulkojumā nozīmē «akmens, kas dod uguni». Elementa latviskais nosaukums «silīcijs», kas atbilst zinātnē lietotajam tā latīņu nosaukumam *silicium*, cēlies no latīņu vārda *silex*, «krams». Tā sauca cietu akmeni, kas, sitot pret to, dod dzirksteli. Ilgu laiku cilvēki to izmantoja uguns iegūšanai sērkoksiņu vietā. Pēc šaujamo ieroču izgudrošanas kramu izmantoja pulvera aizdedzināšanai krama bisēs (kramenīcās) un pistolēs.

«Akmens, kas dod uguni», jeb krams, kā to parasti sauc, ir viens no daudzajiem silīcija savienojumiem, kas ietilpst lielākajā daļā iežu.

Jūru un upju krastu, bezgalīgo tuksnešu smiltis, lielle māla nogulumi, smilšakmeņi un slānekļi, granīti un gneisi, kalnu grēdas un zemes garoza līdz 20 kilometru dziļumam sastāv galvenokārt no silīcija savienojumiem. Silīcijs sastāda apmēram 17% no zemes garozas atomiem jeb apmēram 30% no tās svara. Ne jau nejauši akadēmiķis A. Fermans silīciju nosauca par zemes garozas pamatu.

Dabā visizplatītākais silīcija savienojums ir silīcija dioksīds, kas pastāv vairākās kristāliskās modifikācijās, no kurām izplatītākā ir kvarcs.

Visdažādākā veida tiro un caurspīdīgo kvarcu, ko sauc par kalnu kristālu, pazina jau senie grieķi. Viņi uzskatīja kalnu kristālu par ledu, kas sasalis tik stipri, ka uz visiem laikiem zaudējis spēju atkust. Grieķi kalnu kristālu nosauca par *κρύσταλλος*, kas nozīmē «ledus». Pēc tam šis vārds ieviesās mineraloģijā, līdz beidzot ar to sāka apzīmēt cietus, regulāru daudzskaldņu formas ķermeņus.

Bez kalnu kristāla, kura kristāli dažkārt ir ļoti lieli (pat vairākus metrus), kvarcu dabā var arī sastapt krāsainu savienojumu veidā. Tīros un caurspīdīgos violetās krāsas kvarcus (ametistus) vai citrondzeltenās krāsas kvarcus (citrīnus) uzskata par īstiem vai daļējiem pusdārgakmeņiem. Sastopami līdz divsimt dažādi kvarca paveidi, bet kvarcu saturošu dabisko savienojumu skaits sniedzas daudzos simtos.

No visiem periodiskās sistēmas elementiem silīcijs ir viens no nedaudzajiem, kura savienojumus jau ļoti sen un visdažādākā veidā izmantoja cilvēki.

Pirmais silīcija savienojums, ar kuru pirmatnējais cilvēks «izgāja ļaudis», bija krams — ciets akmens. Izmantotot krama spēju skaldīties garās, izturīgās plāksnītēs, pirmatnējais cilvēks, pacietīgi sitot pa kramu ar citu akmeni, atskaldīja šķembas, no kurām izgatavoja ādu apstrādes nažus, šķēpu smailes un bultu uzgaļus.

Tomēr, līdz krama gabals, ko pirmatnējais cilvēks pacēla no zemes, viņa rokās pārvērtās par akmeni kāsilī vai nazi, pagāja milzīgs laika periods, salīdzinot ar kuru mums zināmais vēstures periods ir tikpat īss kā viena cilvēka mūžs salīdzinājumā ar šo mums zināmo vēstures periodu.

Ja aizvēstures periodā ievērojama loma bija silīcijam, tad, sākot ar vēstures laikmeta pirmajām dienām līdz pat mūsdienām, ne mazāk nozīmīga loma cilvēka praktiskajā darbībā ir kvarcam. Tas ir galvenais materiāls stikla pagatavošanai. Populārās grāmatās un brošūrās, kurās aplūkoti stikla atklāšanas jautājumi, ļoti bieži var lasīt Romas zinātnieka Plīnija Vecākā stāstu par to, ka stiklu nejauši atklājuši fēniķiešu tirgoņi — jūrasbraucēji. Stipras vētras pārsteigti, viņi bija spiesti to pārļaut nelielā jūras licī. Neatraduši tā smilšainajā krastā nevienu akmeni, no kā izveidot pavardu, lai pagatavotu ēdienu, viņi šim nolūkam izmantoja sodas blukus, ar kuriem bija piekrauts kuģis. No rīta kāds jūrnieks, izjaucot dziestošā ugunskura atliekas, atrada pelnos ūdeņaini mirdzošus stieņus, kas nebija līdzīgi nevienai no tolaik pazīstamajām vielām. Kā apgalvo Plīnijs, tas bija stikls, kas radies, sakūstot sodai ar jūras krasta smiltīm.

Mūsdienās Plīnija (kas, starp citu, gāja bojā Vezuva izvirduma laikā 79. g.) stāstu pārbaudīja speciālisti — stikla kausētāji. Smilšainā jūras krastā viņi no sodas

gabaliem izveidoja pavardu. Tajā visu nakti liesmoja uguns. Tomēr eksperiments nevainagojās ar panākumiem. No rīta, kad pavarda liesma apdzisa, pelnos stikla stieņus neatrada. Acīmredzot ugunscura liesmas temperatūra ir nepietiekama, lai soda spētu sakust ar smiltīm un pārvērsties par stiklu.

Patlaban nav iespējams precīzi pateikt, kas un kad izgudroja stiklu, tāpat kā nav iespējams norādīt, kas un kad pirmais apdedzināja no māla izgatavotu podu. Ir zināms vienīgi, ka stikls ir viens no cilvēces vissenākajiem izgudrojumiem. Jau pirms 3—4 tūkstošiem gadu samērā attīstīta stikla ražošana bija Ēģiptē, Sīrijā un Fēniķijā, kā arī Melnās jūras piekrastē. Zaļimelno stikla zilišu kaklarota, kas atrasta Ēģiptes valdnieces Hatšepsutas kaklā, ir 3400 gadus veca. Vēl vecākas ir Tēbās kādā kapā atrastās stikla zilītes. Uzskata, ka tās izgatavotas pirms 5500 gadiem.

Augstu meistarību stikla ražošanā sasniedza senās Romas meistari. Par krāsaino stiklu ieguves augsto meistarību liecina mozaīkas grīda, uz kuras attēlots ķēdē piesiets suns. Šo mozaīku atklāja kādā ēkā, atrokot seno Pompeju. Vēl oriģinālāka mozaīka, kas mākslā pazīstama ar nosaukumu «Neslaucītā grīda», atrodas Romas imperatora Hadriana villas ēdamistabā. Mozaīka attēlo grīdu neslaucītu: uz grīdas redzami izmētāti apēsto medijumu kauli, maizes druskas un dažādi atkritumi.

Krass pagrieziens stikla ražošanā notika uz mūsu ēras robežas, kad bija izgudrota stikla pūšanas metode, kas deva iespēju iegūt dobus stikla izstrādājumus. Visā pilnībā šo metodi apguva senās Romas meistari.

Romas stiklinieki bija arī lieli dažādu stikla izstrādājumu izgatavošanas meistari. Viņi izgatavoja ūdens, eļļas un vīna krūzes, biķerus, kausus un vāzes, kā arī speciālus traukus, ko lietoja roku mazgāšanai, un asaru traukus — ļoti sīkus smaržu flakoniņus. Daži no šiem priekšmetiem saglabājušies līdz mūsdienām; tos saudzīgi glabā Rietumeiropas lielāko pilsētu muzejos. Ista māksla.



paraugu vidū īpašu ievēribu pelna Ajudžio vāze, kas atrasta Pompejas bagātnieka Melegera namā. Šis brīnišķīgais tumšzilā stikla trauks izrotāts ar pienbalta stikla vinogulāju un efeju vainagu. Līdzīgs šedevrs ir arī zila stikla vāze, kas atrasta Romas imperatora Aleksandra Severa kapenēs; vāzi rotā dažādi zīmējumi, kuros attēlota grieķu teika par Jāsonu un Medeju.¹

Pirmsmongoļu laika senkrievu stikla sastāva pētījumi liecina, ka krievu meistari pratuši izveidot pilnīgi oriģinālu stikla ieguves receptūru. Visraksturīgākie īpatnējie senkrievu stikla izstrādājumi izgatavoti no svina-silīcija vai kālija-svina-silīcija oksīdu stikla. No šiem stikliem prasmīgie senkrievu meistari darināja krelles, rokassprādzes, mozaikas, traukus un logu stiklus. Svina-silīcija oksīdu stikli atrasti arī Polijā. Citās zemēs šāda sastāva stikli vēl nav atrasti.

Viens no vissenākajiem izgudrojumiem — stikls — cilvēka dzīvē ieguvis milzīgu nozīmi. Stikls vajadzīgs visur, tas sastopams ik uz soļa — mūsu sadzīvē, rūpniecībā, tehnikā, zinātnē un mākslas darbos. Logu, pudeļu, spuldžu un spoguļu stikls, mājas, saimniecības un laboratorijas trauku un aparātu stikls; optiskais stikls — no brīļļu stikla līdz komplikētiem fotokameru anastigmātiem, neskaitāmu optisko aparātu lēcas — sākot no mikroskopiem, kas atklāj milzīgu, bet ar neapbruņotu aci neredzamu pasauli, līdz teleskopiem, kas mūs aiznes bezgalīgās Visuma tālēs, — grūti uzskaitīt visas stikla lietošanas jomas, tāpat kā nav iespējams saskaitīt dažnedažādos priekšmetus, kas pagatavoti no stikla.

Ne jau gadījuma pēc 1752. g. zinātniskās ķīmijas pamatlicējs M. Lomonosovs, gatavojoties atklāt stikla fabriku, vēstulē I. Suvalovam dzejoļa formā izteicās par stikla lietderību. Nobeidzot no stikla izgatavojamo priekšmetu uzskaitījumu, autors uzsver stikla labās īpašības:

«Lai atdotu stiklam tā pelnīto godu,
Man gada par maz, kur vārdus lai rodu.»

Lomonosovs deva lielu ieguldījumu mākslinieciskā stikla izgatavošanā Krievijā. Ķīmiskajā laboratorijā, ko viņš iz-

¹ Grieķu mitoloģijā Jāsons — argonautu vadonis; Medeja — Kolhidas ķēniņa meita, kas iemīlēja Jāsonu un palīdzēja viņam iegūt zelta aunādu.

veidoja 1748. g., bija izdarīts apmēram 4000 krāsainā stikla kausēšanas mēģinājumu, kuriem Lomonosovs «ne tikai sastādīja receptes, bet arī lielāko daļu materiālu... pats savām rokām svēra un krāsni ievietoja».

Pēc Lomonosova sastādītajām receptēm stikla fabrikā, kas 1753. g. Ustjurdickā arī bija radīta ar viņa pūlēm, sāka ražot stiklu: «daudzkrāsainu caurspīdīgu pērlišu, zīlišu, trauku un citu «galantērijas izstrādājumu» izgatavošanai, un necaurspīdīgu stiklu, tā saucamos stikla akmentiņus, mozaīku izgatavošanai». No šiem krāsainajiem stikla akmentiņiem Lomonosovs pats darināja vairākas mozaīku gleznas; vispazīstamākā ir «Poltavas kauja», tā saglabājusies līdz mūsdienām.

Ķīmijas sasniegumi stikla īpašību pētīšanā pārvērtā stiklu par materiālu, no kura izgatavo nedegošus audumus, teātra aizkarus un dekorācijas, kā arī paklājus, izolācijas lentas, vati, tūbu un citus tehnikā un ikdienā lietojamus priekšmetus.

Kvarca vērtīgās īpašības (ultravioleto staru caurlaides spēja, nelielais izplešanās koeficients, ķīmiskais inertums, grūtā kūstamība u. c.) dod iespēju kvarcu plaši izmantot dažādās zinātnes un tehnikas nozarēs.

Ļoti smalkus un nepārspējami izturīgus diegus, kas iegūti, kausējot kvarcu sprāgstošās gāzes liesmā, izmanto precīzos elektriskajos mēraparātos un detaļu svēršanas instrumentos (šautru, rādītāju, sviru u. c. izgatavošanai). No grūti kūstošā kvarca stikla ražo termometrus augstu temperatūru mērīšanai. Kvarca mazais izplešanās koeficients dod iespēju kvarcu izmantot trauku, caurulīšu, laboratorijas trauku un visdažādākās ķīmiskās aparatūras izgatavošanai, kuru lieto krasu temperatūras svārstību apstākļos. Kvarca optiskās īpašības dod iespēju izmantot to visdažādāko optisko aparātu ražošanai, «kalnu saules» spuldžu izgatavošanai, slēgto solāriju iekārtās u. c.

Ir vēl daudz citu minerālu, kas satur silīcija savienojumus, kurus tāpat visdažādākā veidā lieto tehnikā. Vienus no tiem izturības un skaistuma dēļ (granītu, porfiru, labradoru u. c.) izmanto kā celtniecības un apdares materiālus; otrs, kam ir nepārspējama cietība, lieto par tā saucamajiem precīzijas akmeņiem visdažādākajos mēraparātos, sākot ar pulksteņu mehānismiem un beidzot ar analītiskajiem svāriem un speciālu uzdevumu aparātiem; trešos — cementus, kas sajaukumā ar citām vielām spēj

monolīti saistīt šķembas, akmeņus un ķieģeļus, plaši lieto celtniecībā; ceturto — to nevainojamā caurspīdīguma, tīrības un mirdzuma dēļ uzskata par pusdārgakmeņiem un, beidzot, piektos, kas ir raibi, spilgti un neparastas nokrāsas (jašma, nefrīts, kalcedons), lieto mākslinieciskos izstrādājumos, — ar tiem izrotā pilis un muzejus.

Nozīmīgākais silīcija savienojums — silīcija dioksīds — nepieciešams augiem un dzīvniekiem. Augos silīcija dioksīds uzkrājas stublājos, tādā veidā ievērojami palielinot to mehānisko izturību. Lai arī cik stipras būtu vētras brāzmas un negaisa gāzu ūdensstrūklu triecieni, tievie labības stiebri tos iztur, dažkārt liecoties pat līdz zemei, bet nelūstot. Silīcija dioksīds sastopams ne vien lielajos augos, bet to satur arī vissīkākie augi — diatomejas aļģes, kas aug Baikāla ezerā un milzum lielos daudzumos uzsūc silīcija savienojumus. Diatomejas no silīcija «šuj» sev apģērbu. Silīcijs vajadzīgs arī dzīvniekiem. Putni bez silīcija nespēj veidot olu čaumalas. Dažu sugu sūkļi silīciju izmanto sava ķermeņa atbalstveidojumiem. Dzīvās vielas maigās piciņas — radiolārijas — no silīcija dioksīda veido nepārspējami skaistus skeletus. Silīcija dioksīds ir arī cilvēka organismā. Visvairāk silīcija dioksīda ir acs stiklveida ķermenī, kurā tas sasniedz līdz 0,06% no kopējā svara. Tomēr silīcija dioksīda bioloģiskā loma cilvēka organismā vēl līdz pat šim laikam nav pietiekami noskaidrota.

Silīcijs ir smalks, brūns pulveris vai pelēki un cieti, bet samērā trausli kristāli (blīvums 2,4 g/cm³). Kristāliskā stāvoklī silīcijs labi vada siltumu; tam ir metālisks spīdums. Tomēr elektrovadītspēja, kas ir tik raksturīga metāliem, silīcijam ir pavisam maza — tikai 0,001 no dzīvudraba elektrovadītspējas.

Silīcijs ir tipisks pusvadītājs, kas pastāv divos paveidos. Divu dažādu tipu kristālu kontakta gadījumā gaismas ietekmē palielinās elektrovadītspēja un rodas elektrodzinēj spēks. Tādā veidā silīcijs kļūst par enerģijas avotu. Jāuzsver, ka silīcijam pusvadītāju īpašības piemīt tikai tad, ja tas ir ļoti tīrs.

Jaunākie ķīmijas sasniegumi ļoti tīra silīcija iegūšanā paver plašas iespējas pusvadītāju tehnikā. Silīcija taisngriežu radišana jāuzskata par vienu no lielākajiem mūsdienu zinātnes sasniegumiem. Izmantojot silīciju, zināmā mērā realizēja sapni par Saules enerģijas tiešu pārvēr-

šanu elektriskajā enerģijā. Mākslīgie Zemes pavadoņi elektrisko enerģiju iegūst no silīcija Saules baterijām. Tās ne vien nodrošina ar enerģiju visu pavadoņa aparāturu, bet uzlādē arī tās akumulatorus, kas sāk darboties, pavadoņim atrodoties Zemes ēnas zonā.

Ja uzskatītu Karakuma tuksnesi par silīcija bateriju «plantāciju», tad saulainajās dienās, kādu tur ir tik daudz, varētu iegūt vairākus miljardus kilovatstundu elektroenerģijas. Par šādām elektrības «plantācijām» var būt arī māju jumti un sienas, nojumes virs ielām, mākslīgas salas jūrās u. c.

Silīcijs ir grūti kūstošs (kušanas temperatūra 1415°C); tas virst tikai 2600°C temperatūrā. Istabas temperatūrā silīcijs ir inerts, bet, sasilstot līdz temperatūrai, kas ir augstāka par 500°C, kļūst aktīvs un savienojas ar skābekli, sēru, hloru, bromu un citiem elementiem. Labi šķīzdams izkausētos metālos, silīcijs savienojumā ar dažiem no tiem (dzelzi, varu, platīnu u. c.) veido silīcīdus.

Tehnikā lieto silīcija un dzelzs sakausējumu — ferossilīciju, ko izmanto skābjizturīgu izstrādājumu izgatavošanai. Metalurģijā ferossilīciju izmanto silīcija ievadīšanai dažādu speciālo šķirņu tēraudos.

Silīcija spēja savienoties ar skābekli, veidojot ķēdes struktūras (tā saucamās siloksānu grupas), dod iespēju iegūt lielu skaitu dažādu savienojumu. To vidū — ziezeļļas, kas saglabā savas raksturīgās īpašības temperatūru intervālā no -60°C līdz +200°C; pretputu šķidrums, kuri neļauj putot ziezeļļām mehānismos; hidrofobi savienojumi; izolācijas materiāli; plastmasas un daudzas citas vielas.

Dažas no šīm vielām ir lieliski deemulgatori, citas novērš birstošo kravu sasalšanu ziemā, trešās — neļauj saņemties asinīm mākslīgās asinsrites aparātos utt.

Vēl nesen likās, ka zinātne daudz zina par silīcija savienojumiem ar skābekli. Tomēr izrādās, ka ļoti augstā spiedienā notiek kristālu uzbūves vienību pārgrupēšanās. Akadēmiķa L. Vereščagina laboratorijā ieguva tādu silīcija savienojumu ar skābekli, kuram ir īpatnēja struktūra un liels blīvums: tā blīvums — 4,35 g/cm³, tātad tas gandrīz par 64% blīvāks nekā kvarcs.

Aprēķini pierāda, ka zemes vidējais blīvums ir 5,5; saskaņā ar zinātnieku uzskatiem tas liecinot par dzelzi un

citiem smagiem metāliem zemes dziļajos slāņos. Bet vai dziļākie slāņi nesastāv no šī jaunā minerāla, ko amerikāņu zinātnieki nosauca par stipoverītu (nosaukuma pamatā minerāla atklājēju Stišova, Popova un Vereščagina uzvārdu pirmie burti)?

Interesanti atzīmēt, ka stipoverīts tagad ir atrasts Arizonas meteorīta krāterī (tas aprakstīts stāstā par dzelzi).

Franču zinātnieki Gē-Lisaks un Tenārs silīciju brīvā stāvoklī jau ieguva 1811. g., tomēr silīcija īsto dabu atklāja tikai pēc 14 gadiem zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss.

Oriģinālā veidā (ļoti augstā temperatūrā, reaģējot cinka tvaikiem ar silīcija tetrahlorīdu) brīvu silīciju 1865. gadā ieguva krievu zinātnieks N. Beketovs.

GAISMAS NESEJS

15. Fosfors — Phosphorus (P)

Pamēģiniet tumšā istabā vai naktī uz ielas izdarīt šādu vienkāršu eksperimentu. Velciet ar sērkokociņu, bet ne sevišķi stipri, tā, lai sērkokociņš neuzliesmotu, pa sērkokociņu kārbīņas sānu malu. Jūs ievērosiet, ka zināmu laiku uz kārbīņas malas būs redzama spīdoša svītra — sērkokociņa ceļš. Seit spīd baltais fosfors. Tomēr ikviens, kas atceras ķīmijas stundas vidusskolā, var iebilst: «Atvainojiet, sērkokociņu ražošanai taču izmanto sarkano, bet nevis balto fosforu.» Pareizi! Sērkokociņu kārbīņas malas virsmā nav baltā fosfora, ir tikai sarkanais fosfors, kas reakcijas rezultātā, kura noris starp sarkano fosforu (atrodas sērkokociņu kārbīņas sānu malas virsmā) un Bertolē sāli (ietilpst sērkokociņa galviņas sastāvā), berzes momentā sarkarst un nelielā daudzumā pārvēršas par balto fosforu.

Fosfors var pastāvēt vairākās alotropiskās formās jeb modifikācijās.

Baltais jeb, kā dažkārt saka, dzeltenais fosfors ir cieta kristāliska viela, pie kam ķīmiski tīra baltā fosfora kristāli ir pilnīgi bezkrāsaini, caurspīdīgi un labi lauž gaismu. Gaismas iedarbībā tie ātri kļūst dzeltēni un zaudē savu caurspīdīgumu. Tāpēc parastajos apstākļos fosfors pēc ārējā izskata ir ļoti līdzīgs vaskam, bet smagāks par to (baltā fosfora blīvums — 1,82 g/cm³). Aukstumā fosfors

ir trausls, bet istabas temperatūrā kļūst samērā mīksts un to viegli var griezt ar nazi. Baltais fosfors kūst $44,1^{\circ}\text{C}$ temperatūrā, bet virst, temperatūrai sasniedzot $280,5^{\circ}\text{C}$. Oksidējoties ar gaisa skābekli, baltais fosfors tumsā spīd un, pat nedaudz sasilstot, piemēram, berzes iedarbībā, viegli uzliesmo.

Balto fosforu ilgstoši karsējot un pasargājot no gaisa piekļūšanas, tas pārvēršas par sarkano fosforu. Ja karsēšana noris vairāku tūkstošu atmosfēru lielā spiedienā, baltais fosfors pārvēršas melnajā.

Pilnīgi sausa un tīra fosfora uzliesmošanas temperatūra ir tuva cilvēka ķermeņa temperatūrai. Tāpēc fosforu uzglabā tikai zem ūdens. Pirmajā pasaules karā balto fosforu izmantoja par aizdedzināšanas materiālu artilērijas lādiņos, aviācijas bumbās, granātās un lodēs.

Fosfora oksidēšanās gaisā, kuras rezultātā izdalās gaismas enerģija, likta daudzu fantastisku stāstu pamatā. Minēsim, piemēram, viena šāda stāsta fragmentu: «No miglas mutuļiem izskrēja suns, milzīgs, melns kā ogle, — suns, kādu mirstīga acs vēl nebija redzējusi. No tā izplestās rīkles lauzās ārā liesma, acis zvēroja, bet pa purnu, skaustu un krūtīm stiepās ugunīgas svītras. Nekādos pārkairinātu smadzeņu murgos nevarētu rasties briesmīgāks un atbaidīgāks rēgs par šo melno spoku, kas, pekles ugunīs laistoties, izdrāzās no miglas.» Tā savu satikšanos purvā ar neparasto suni attēlo A. Konans-Doils stāstā «Bāskervilu suns». Tālāk autors apraksta nosisto suni: tas bija «drausmīgs, jaunas lauves lielumā. Milzu rīkle pat vēl tagad, nāves stingumā, laistījās zilganās liesmās, ap mazajām, niknajām acīm dziļajos dobumos bija apvilkti ugunīgi loki. Es pieskāros pie mirgojošās galvas un, pacēlis roku, ieraudzīju, ka arī mani pirksti tumsā laistās.

Fosfors — es noteicu.»

Šis notikums nav patiess. Suņa spalva varētu mirdzēt tikai tad, ja tajā būtu fosfora daļiņas. Bet fosfors ir cieta



viela un, lai to izkļiedētu uz spalvas vai kāda cita materiāla, ir tikai viens paņēmieni: ieziest to ar gaistošu šķīdrumu, kas satur izšķīdinātu fosforu. Iztvaikojot šādam šķīdrumam (hloroformam, sērogleklim), fosfors izdalās ļoti smalka pulvera veidā. Tomēr sīki izsmidzināts fosfors gaisā enerģiski oksidējas un siltuma ietekmē, kurš rodas reakcijā, uzliesmo. Tāpēc ieziest suņa spalvu ar fosforu, lai tā ilgāku laiku mirdzētu, nav iespējams.

Fosfors ir viena no spēcīgākajām indēm. Cilvēkam nāvēja jau ir viena desmitdaļa grama fosfora. No otras puses, fosfors ir dzīvo organismu sastāvdaļa, bez kura nevar eksistēt dzīvnieki un cilvēki. Ja fosfors organismā ir nepietiekamā daudzumā, tiek aizkavēta augšana, zūd spēks, organisms novājē un iestājas nāve. Ja augošu dzīvnieku barībai pievieno nedaudz fosfora (0,00015 g dienā), palielinās ēstgriba, svars, sarkano asinsķermenīšu (eritrocītu) skaits, kaulu blīvums, tiek veicināta augšana. Dzīvnieku un cilvēku organismos fosfors galvenokārt atrodas kaulos. Fosfora savienojumi ir arī smadzenēs, nervos un asinīs. Kopējais fosfora svars cilvēka organismā sasniedz 500—600 g. Interesanti, ka ar šādu brīvā fosfora daudzumu varētu nāvīgi saindēties 5000 cilvēku.

Meklējot jaunības eliksīru un cenšoties iegūt zeltu, XVII gadsimta alķīmiķis Henings Brands no Hamburgas mēģināja izgatavot «gudrības akmeni» no urīna. Šim nolūkam viņš iztvaicēja lielāku daudzumu urīna un iegūto sīrupveida atlikumu, sajaucot to ar smiltīm un kokoglēm, spēcīgi izkvēlināja, neļaujot piekļūt gaisam. Reakcijas rezultātā Brands 1669. g. ieguva vielu, kurai piemita neparastas īpašības: tā mirdzēja tumsā, ja to iemeta verdošā ūdenī, izdalīja tvaikus, kas aizdegās gaisā, radot biezus, baltus dūmus, kuri šķīda ūdenī, veidojot skābi.

Interese par jauno vielu (tā acīmredzot bija fosfors) bija tik liela, ka Brands nolēma iegūt no sava atklājuma krietnu peļņu. Saglabājot izgatavošanas paņēmieni vislielākā slepenībā, Brands jauno vielu demonstrēja par naudu, bet tiem, kas vēlējās iegūt šo vielu, viņš to pārdeva nelielā daudzumā tikai par tīru zeltu. Pēc kāda laika Brands fosfora izgatavošanas noslēpumu pārdeva Drēzdenes ķīmiķim Kraftam, kas sāka braukāt pa ievērojamu pilsoņu pilīm un rādīt fosforu par naudu, tādā veidā iedzīvojoties milzīgā īpašumā. Hercoga Johana Fridriha pili Hanoverā Krafta eksperimentus ievēroja pazīstamais vācu fiziķis un

matemātiķis Leibnics, kas tajā laikā kalpoja hercoga pili par bibliotekāru.

Saskaņā ar Leibnica liecību, vācu ķīmiķis, Vitenbergas universitātes profesors J. Kunkels (1638.—1703.) uzzināja no Krafta fosfora izgatavošanas recepti. Pēc vairākām neveiksmēm, pārveidojis Branda paņēmieni, viņš spēja iegūt fosforu un pieteica pretenzijas uz patstāvīgu atklājumu. Kaspars Kirhmeijers, arī Vitenbergas universitātes profesors, saņēmis no Kunkela ziņas par fosfora iegūšanas jauno paņēmieni, publicēja rakstu ar garu un intriģējošu nosaukumu: «Pastāvīgs nakts spīdeklis, dažkārt mirgojošs, kurš ilgi tika meklēts un tagad atrasts». Šajā rakstā pirmo reizi bija ziņots par dažām fosfora īpašībām un īpatnībām.

Neatkarīgi no Branda, Kunkela un Kirhmeijera 1680. g. Anglijā fosforu ieguva Roberts Boils, kas arī tā iegūšanas recepti bija dabūjis no Krafta. Viņš ar savu atklājumu iepazīstināja savu asistentu Haukvicu, kas, tāpat kā viņa priekšgājējs, no tā centās iegūt sev materiālu labumu. Tomēr pilnībā Haukvicam to izdevās realizēt tikai pēc Boila nāves. Izvērsot fosfora ražošanu komerciālā apjomā, Haukvics, pārdodot fosforu atsevišķiem Eiropas zinātniekiem un zinātniskajām iestādēm, iedzīvojās milzīgā īpašumā. Daudz pilnīgāku fosfora iegūšanas paņēmieni 1743. gadā atrada ķīmiķis A. Margrāfs (1709.—1782.); viņš savus datus publicēja vispārējai zināšanai. Zviedru ķīmiķis K. Šēms 1771. g. atklāja paņēmieni fosfora iegūšanai no kaulu pelniem. Šo paņēmieni plaši lietoja rūpniecībā līdz pat 20. gadsimtam. Tā kā bija radītas iespējas katram, kas vēlējās, izgatavot «personīgu» fosforu, «fosfora spekulācija» beidzās.

Tomēr fosfors kļuva tikai par nedaudzu ķīmiķu un zinātnieku interešu objektu. Fosfors spīd tumsā. Šī īpašība ir arī pamatā fosfora nosaukumam, kas sastāv no diviem grieķu vārdiem: φῶς «gaisma» un φέρω «nesu». Burtiskā tulkojumā vārds fosfors nozīmē «gaismas nesējs». Daži krievu ķīmiķi ieteica zinātnē fosforam ieviest tīri krievisku nosaukumu, piemēram, «светлец», «самосвет» u. c. Tomēr šos «vārdus» neatzina.

Pēc fosfora atklāšanas tā spēju spīdēt tumsā izmantoja reliģisko kultu pārstāvji. Fosfora izmantošanas receptes bija visdažādākās. Tā, piemēram, izkausētam, bet jau

sabiezējušam vaskam vai parafinam pievienoja nedaudz baltā fosfora. No iegūtā maisījuma izveidoja zīmuļus, ar kuriem rakstīja uz tempļu, dievnamu un svētnīcu sienām un svētbildēm. Naktī bija redzami «noslēpumaini uzraksti», jo fosfors, lēni oksidējoties, spīdēja, bet parafīns, neļaujot fosforam strauji oksidēties, paildzināja spīdēšanu. Balto fosforu izšķīdināja benzolā un sērogleklī. Ar iegūto šķīdumu samitrināja sveču vai svētbilžu lampiņu degļus. Pēc šķīdinātāja iztvaikošanas baltais fosfors aizdegās, bet no tā uzliesmoja deglis. Tādā veidā fabricēja «brīnumu», ko sauca par «sveču paš aizdegšanos».

Speciālos eksperimentos bija atklāts, ka fosfora gabaļiņi uzliesmo gaisā, ja temperatūra ir 40°C, bet pulverveida fosfors, kas rodas, iztvaikojot šķīdumiem, — ja temperatūra ir 0°C. Šis fosfora īpašības ieinteresēja militāristus. Otrā pasaules kara laikā vācieši, kas bija iecerējuši totālu karu, pret angļiem lietoja «bumbas — lapiņas», lai aizdedzinātu tīrumos labību, lauksaimniecības ēkas, mežus u. c. Līdzīgas beztrokšņa diversijas ierīces tika nomestas arī uz Korejas, Indonēzijas un Kūbas mierīgajām pilsētām un ciemiem. Visa «bumba» ir 10 × 15 cm liela celuloīda plāksnīte, kuras centrā nostiprināta ar baltu, mitru vati pārklāta baltā fosfora tablete. «Bumbas» uzglabā un pārvadā mucās ar ūdeni. Krītot ūdens iztvaiko. «Bumba» deg apmēram vienu minūti.

Pirmā pasaules karā angļi lietoja ugunsmetējus, kas izsvieda pašuzliesmojošu baltā fosfora šķīdumu sērogleklī un terpentīnā. Fašistiskā Itālija 1935. g. karā pret Abesīniju izmantoja ugunsmetējus tankus.

Amerikāņu armijas apbruņojumā ir fosfora lādiņi, kas satur līdz 7 kg baltā fosfora, un dūmu mīnas ar līdzīgu lādiņu.

Lielā Tēvijas kara sākumā, kad vēl nepietika prettanku līdzekļu, Padomju Armijas karavīri ar dažāda veida degpudelēm 8 mēnešos iznīcināja 750 fašistu tankus. Pudeles bija pildītas gan ar degošu šķīdumu (baltā fosfora šķīdums sērogleklī), citas — ar ķīmisku degli, bet vēl citu iedarbība pamatojās vienkārši uz berzi. Pudeles ar šādiem degošiem šķīdumiem izmanto Angolas, Dienvidvjetnamas u. c. partizāni.

Fosfors dabā brīvā veidā nav sastopams. Tomēr, piedēdams pie plaši izplatītiem elementiem (fosfora atomi sastāda 0,05% no kopējā zemes garozas atomu skaita), tas

veido minerālu — fosforītu un apatītu krājumus. 1926. g. A. Fersmans un L. Labuncovs Kolas pussalā atklāja bagātākās apatīta atradnes. Šo atradņu apgūšana sākās pēc S. Kirova iniciatīvas. Fosfors nepieciešams augiem. Kolas pussalas apatīti ir fosfora mēslojuma ražošanas izejvielas neizsmeļamas rezerves.

Bagātas fosfora atradnes mūsu zemē ir Podolijā, Maskavas apkārtnē un Kazahijā. K. Paustovska stāstā «Karabugazs» aprakstīti Turkmēnijas fosforīti: «Fosforītu sagulumi atrodas sārtā krīta kalnu pakājē... Kalni pacēlās kā sārti kupoli un šķīta ļoti viegli, it kā būtu veidoti no milzīgiem porainiem sūkļiem. To pakājē smiltis mētājas akmens puni, lodes un plāceņi. Vasiļjevs pagrūda vienu plāceni ar kāju:

— Lūk, fosforīts.

Dažu ložu diametrs pārsniedza metru, un mēs to ēnā slēpāmies no saules.»

Fosfora savienojumi nav vajadzīgi tikai mēslojuma iegūšanai vien, bet arī citiem mērķiem. Tā, piemēram, cinka fosfīdu, pievienojot tam cukuru, eļļu un miltus, izmanto cīņai pret stepes zemesvēžiem un žurkām.

Dažus fosfora savienojumus — fitīnu, glicerofosfātu u. c. — izmanto medicīnā kā nervu, muskuļu un kaulu sistēmu nostiprinātāju līdzekli.

Elementārfosfora galvenais patērētājs ir sērskociņu rūpniecība. Sērskociņi ir samērā «jauns» izgudrojums. Nesen tas nosvinēja savu 150. dzimšanas dienu. Kramu, šķiltavas un no piepes gatavotu posu lietoja pat vēl 19. gadsimta sākumā. Pirmo reizi sērskociņi parādījās 1805. g., kad Šansels piedāvāja savu izgudrojumu. Šansela sērskociņi bija mazi, sausi skaliņi, kuriem viens gals bija noklāts ar Bertolē sāls un gumiārabika maisījumu. Sērskociņu aizdedzināja, iegremdējot tā galu pudelītē, kurā atradās sērskābē samitrināts azbests. Šansela sērskociņus uzlaboja Džonss no Londonas. Jauno sērskociņu galviņu veidoja sīks stikla pūslītis, kurā atradās sērskābes piliens; pūslītis bija pārklāts ar Bertolē sāls, cukura un līmes maisījumu. Sērskociņiem bija pievienotas knaiblītes — pincete pūslīša — sērskociņa galviņas pārspiešanai. Pats «sērskociņš» bija viegli uzliesmojošs kartona gabaliņš. Džonsa sērskociņi, ko dēvēja par sātāniskiem, bija bagātnieku un galma švītu greznības priekšmets.

Aptiekārs Vokers 1826. g. Anglijā izgudroja sērskociņus, kuru galviņas sastāvēja no Bertolē sāls, antimona sulfīda un limes maisījuma. Šādu sērskociņu aizdedzināšanai tiem pievienoja stikla smilšpapīru. Paberzējot sērskociņu pret smilšpapīru, sērskociņš uzliesmoja. Franču students Šarls Sorija, izmantojot aptiekāra Vokera idejas, aizstāja maisījumu ar balto fosforu. Lai aizdedzinātu šādus sērskociņus, tie strauji bija jāpavelk pa jebkuru cietu virsmu. Šim nolūkam bieži vien izmantoja zābaku pazoles. Sorijas sērskociņi nebija praktiski, jo baltais fosfors ir ļoti ugunsneidrošs un indīgs. Šie sērskociņi bieži vien bija gan ugunsgrēku, gan arī apzinātas saindēšanās cēlonis. Rūpnīcās, kur ražoja sērskociņus ar balto fosforu, valdīja šausmīgi darba apstākļi, strādnieki, visbiežāk bērni, masveidā saindējās. Par sērskociņu manufaktūrām un bērnu — strādnieku saindēšanos K. Markss rakstīja šādi: «Šī manufaktūra ir tik pazīstama ar savu kaitīgo ietekmi uz strādnieku veselību un neciešamajiem apstākļiem, ka tikai visnelaimīgākā strādnieku šķiras daļa — pusbadā dzīvojošas atraitnes utt. — piegādā tai bērnus.

... Dante atzītu, ka šī manufaktūras nozare pārspēj visšausmīgākās ainas ellē, ko attēlojusi viņa fantāzija.» (K. Markss. «Kapitāls», I, Rīgā, 1951., 233. lpp.). A. Čehova stāstā «Stepe» ir šāda epizode (Krievijā pirmo sērskociņu fabriku atklāja 1837. g.):

«— No kā tev smakrs pietūcis? — Sāp... Es, kundzēniņ, sērskociņu fabrikā strādāju... Doktors stāsta, ka no tā paša arī žoklis kļūst tukls. Tur gaiss ir neveselīgs. Bez manis vēl trīs zēniem žokļi pietūka, bet vienam pat pavisam nopuva.»

Fosfora sērskociņus pakāpeniski pilnveidojot, 1855. g. Zviedrijā izgudroja «drošos» sērskociņus. Jaunie «drošie» jeb «zviedru» sērskociņi plaši ieviesās sadzīvē. Zviedru sērskociņu galviņā nav baltā fosfora. Ar sarkano fosforu pārklāts papīrs, kas pielīmēts sērskociņu kārbīņas sāniem. Sarkana fosfors pretstatā baltajam fosforam nav indīgs, gaisā neoksidējas, tumsā nespīd, sērogleklī nešķīst un aizdegas tikai 260°C temperatūrā.

Ļoti augstā spiedienā sarkana fosfors pāriet jaunā modifikācijā — kļūst par melno fosforu. Pazīstamā padomju zinātnieka L. Vereščagina vadībā iegūto melno fosforu vispusīgi izpētīja dažādos apstākļos. Noskaidroja, ka fosfora melnajai modifikācijai, kas veidojas, spiedienam

sasniedzot 40 000 at, ir metāla pazīmes (metālisks spīdums) un pusvadītāja īpašības; ja spiedienu palielina līdz 100 000 at, melnais fosfors iegūst metāla raksturu.

Apstarojot alumīniju ar α -daļiņām, ieguva fosfora radioaktīvo izotopu (^{30}P). Šis fosfors bija pirmais mākslīgi radītais «radioelements». Radioaktīvos elementus sekmīgi lieto visdažādākajās zinātnes un tehnikas nozarēs kā jutīgus indikatorus. Izmantojot fosfora radioaktīvo izotopu, izdevās atklāt koku vienlaicīgas saslimšanas cēloni mežā. Slimam kokam iepotēja radioaktīvo fosforu, bet tā pēdas atrada daudzos kokos, kas auga slimā koka tuvumā. Tādā veidā atklāja, ka koki mežā saaug ar sagnēm, veidojot vienotu sagnu sistēmu lielā platībā.

Fosfors ir nevēlama piedeva metālu sakausējumos (fosfors palielina to lūstamību). Tomēr fosforu reizēm pievieno dažiem sakausējumiem, lai labāk piepildītu atlejamo formu, jo fosfors palielina sakausējuma spēju aizpildīt viskomplicētāko formu.

No fosfora bronzas vai fosfora čuguna ir atlietas statujas, mākslinieciski režģi un iežogojumi, bareljeji, kā arī Maskavas metro rotājumi. Arī pazīstamie Kasļu (Urālos) meistaru mākslinieciskie lējumi gatavoti no fosfora čuguna. Lai gan metāls, kas satur fosforu, nav sevišķi izturīgs, tomēr to ļoti ērti var izmantot mākslinieciskiem izstrādājumiem.

Viens no interesantākajiem fosfora savienojumiem ir gāzveida fosforūdeņradis (fosfins), kas raksturīgs ar to, ka spēj viegli uzliesmot gaisā. To aizdedzina šķidrās fosforūdeņradis, kas arī spēj uzliesmot un kas parasti veidojas kopā ar gāzveida fosforūdeņradi. Ar šo fosforūdeņraža īpašību izskaidrojama malduguņu rašanās purvos un kapsētās. Purvos un uz svaigiem kapiem ugunis tiešām mēdz būt. Tā nav nedz fantāzija, nedz arī izdoma. Siltās un tumšās naktis uz svaigiem kapiem dažkārt var novērot blāvi zilganās, vāji mirdzošas uguniņas. Tur «deg» fosforūdeņradis, kas veidojas, trūdot atmirušiem augu un dzīvnieku organismiem. Cilvēku un dzīvnieku liķu fosfora savienojumi gruntsūdens iedarbībā sadalās, veidojot fosforūdeņradi. Ja virs kapa ir irdens uzbērums vai purvā neliels ūdens slānis, gāze, izplūstot virspusē, šķidrā fosforūdeņraža tvaikos aizdegas. Tātad, ugunis uz kapiem un purvos nav nekāds «brīnums», ne arī noslēpumainas dvēseles, kas it kā klejo pa apkārtni, ne spoki, ne arī

mirušā svētuma vai grēcības apliecinājums, bet gan ķīmiskas reakcijas rezultāts. Maldugunis pētījuši daudzi zinātnieki. Tās novēroja pazīstamais vācu astronoms Fridrihs Vilhelms Besels. Tās pētīja arī Kijevas profesors Knore, Austrijas pētnieks Lists u. c. Ne bez nolūka mēs vērsām lasītāju uzmanību uz maldugunīm. Pārāk daudz leģendu, aizspriedumu un aklas mānticības pagātnē bija, bet dažviet arī vēl tagad ir saistītas ar maldugunīm, kas rodas vīrs purviem un kapsētās.

VULKĀNA ŽULTS

16. Sērs — Sulphur (S)

Sēru cilvēks pazina jau tālā senatnē. Pirms 4000 gadiem (2000 g. pr. m. ē.) senajā Ēģiptē sēru izmantoja krāsu un kosmētikas līdzekļu izgatavošanai, kā arī audēkļu balināšanai. Leģendārais sengrieķu dzejnieks Homērs, kas dzīvoja starp 8./7. gs. pirms m. ē., episko poēmu «Iliāda» un «Odiseja» autors, norāda, ka sēru lieto kūpināšanai reliģiskajos rituālos, kā arī... dezinfekcijai. Grieķu ārsts Dioskorīds no Kilikijas savā grāmatā par ārstniecības līdzekļiem, kura attiecināma uz m. ē. 50. g., min divu veidu sēru; tos lietoja ādas slimību ārstēšanai un sauca par «nededzināto sēru», t. i., par dabisko, un «dedzināto» jeb kausēto sēru.

Sērs ietilpst senās pasaules vēsturē ievērojamās «grieķu uguns» sastāvā. Tās izgatavošanas noslēpums četrus gadsimtus piederēja grieķu valdniekiem.

Pie Konstantinopoles sienām 941. g. bija iznīcināta Kijevas kņaza Igora flote. Notikumu hronikālais sakopojums «Seno laiku stāsts», kas sastādīts Kijevā, Igora kara gājiena aprakstu beidz ar šādiem aculiecinieka vārdiem: «Tas grieķiem ir tieši kā zibens... pie debesīm; viņi to raidīja uz mums un dedzināja mūs, tāpēc mēs neuzveicām viņus.» Kņaza kaujinieki aizsargājās no «grieķu uguns» ar slapjām vērsādām un ādas vairogiem, bet cieta zaudējumus. Degošo maisījumu grieķi izsvieda no vara caurulēm, kas bija uzstādītas uz bizantiešu kuģu klājiem. Šī maisījuma sastāvu grieķi neizpaudiva. Uzskata, ka tajā ietilpusi nafta, degošas eļļas, darva, sērs, salpetris, līme un vielas, kas spēja nokrāsot liesmu. Šo sastāvu ar ūdeni bija grūti apdzēst.

Sēru, kas sastopams pelēku dzīslu veidā zemes vulkānisko vietu (Itālijā, Mēlas salā — Grieķijā u. c.) plaisās, kā arī vulkānu krāteros, jau sen uzskatīja par apakšzemes dieva Vulkāna darbības produktu. Skaistā, zilganā liesma, ar kādu deg sērs, un smacīgais gaiss ugunsņēmēju kalnu tuvumā nostiprināja priekšstatu par sēra dievišķo izcelšanos. Seno natūrālistu, it īpaši alķīmiķu priekšstats liela loma bija sēram.



Doma, ko 8. gadsimtā izteica arābu alķīmiķis un ārsts Džabir-ibn-Haijans (Gebers), ka visi metāli sastāv no sēra un dzīvsudraba, kļuva pamatprincips «alķīmiķu mācībai» par metāliem. Formula: «Visi metāli sastāv no sēra un dzīvsudraba mainīgos daudzumos» teorētiski pamatoja iespēju parastos metālus pārvērst par zeltu. Pēc alķīmiķu uzskata, zelts sastāvot no vistīrākā dzīvsudraba, kas sajaukts ar nelielu daudzumu vistīrākā sēra. Alķīmiķi uzskatīja, ka, vienkārši izmainot attiecību starp sēru un dzīvsudrabu un tos attīrot, ikvienu metālu var pārvērst par zeltu.

Alķīmiķiem, konkrēti tam pašam Geberam, piedēvē sērskābes atklājēja godu. Jaunākie pētījumi atklāšanas gadu atvirza desmit gadsimtus no mūsu dienām. Abubekrs al Rasess (ar Razi), kas dzīvoja Irānā, kā vēsta nostāsts, nodarbojās ar «gudrības akmens» meklēšanu. Izkvēlinot dzelzs retortē zaļganzila ieža gabalu, viņš no rīta ieža vietā atrada melnbrūnu pulveri. Kad ar Razi tam uzšļakstīja ūdeni, no trauka sāka bagātīgi plūst tvaiki, bet trauks sašķīda, — izveidojusies sērskābe ūdens iedarbībā sakarsa un sāka virt.

Par to, ka sērs ir cilvēka sens paziņa, liecina sēra nosaukuma rašanās. Tas aizgūts no sanskrita vārda *sira*, kas nozīmē «gaišdzeltens». Elementa ķīmiskā simbola (S) pamatā latīņu vārds *sulphur* «sērs».

Sērs pieskaitāms pie samērā plaši izplatītiem elementiem. Zemes garozā sēra saturs sasniedz 0,05%. Sērs tīrā veidā atrodams Amerikā (Luiziānas štatā, ASV).

Itālijā (Sicīlijā) un Japānā. Padomju Savienībā sēra atradnes atklātas Karakuma tuksnesī. Lūk, kā šo atklājumu apraksta A. Fersmans: «Virs stāvas karnīzes iezīmējās miksta un līdzena virsotnīte, kas gandrīz pilnīgi sastāvēja no brīnišķīgas sēra rūdas. Mēs nevarējām beigt priecāties par šo bagātību un pacēlām vienu gabalu pēc otra, vairāk un vairāk pārlicinoties, ka šis sērs nav mīts, bet reāla īstenība, Turkmēnijas nākotnes milzīgs ražošanas spēks.» Sērs sastopams Kaukāzā, Urālos, Pievolgā. It īpaši bieži tas izplatīts visdažādākos savienojumos ar metāliem (minerāli — kolčedāni, sēramāņi, sēraspīdumi), kā arī sāļu veidā (anhidrīds, ģipsis, mirabilīts jeb gläubersāls, astrahanīts, vanthofīts u. c.). Aukstumā sērs reagē tikai ar fluoru, bet karsējot viegli reagē ar ūdeņradi, skābekli un visiem metāliem, izņemot zeltu un platinu. Darbīgo vulkānu krāterus nereti ieskauj alunīta sakopojumi (alunīts — alauna akmens, salikts kālija (nātrija) alumīnija sulfātu un alumīnija oksīda minerāls). Daži astronomi uzskata, ka baltie oreoli un gaišie stari, kas tik labi redzami uz Mēness diska ap Mēness kalnu krāteriem, sastāv no alunīta. Sēra lielisko stabilitāti attiecībā pret ūdeni un gaisu izmanto metālu un akmeņu savienošanai.

Sērs ietilpst olbaltumvielu sastāvā. Analizējot dažādas olbaltumvielas, sēra daudzums, kas ietilpst to aminoskābju sastāvā, pārrēķinot sausā veidā, svārstās no 0,3 līdz 2,5%. Liels daudzums sēra atrodas segaudu olbaltumvielās, no kuriem veidoti nagi, mati un spalvas. Sērs ietilpst arī dažu hormonu (piemēram, insulina), vitamīnu un vairāku citu organisko savienojumu sastāvā, kuriem ir liela loma vielmaiņā.

Grūti iedomāties mūsdienu tehnikas un rūpniecības nozares, kur varētu iztikt bez sēra; tas ietilpst sērskociņu degmasā, to plaši izmanto lauksaimniecībā, apkarojot vīnogulāju, kokvilnas un citu augu kaitēkļus un slimības. Sēru lieto medicīnā enterobiozes (inficēšanās ar spaišiem) gadījumā, ārstējot ādas slimības (sēra ziedes veidā), kā arī psihiatrijā pirogenterapijai (temperatūras terapijai). Dezinfekcijai izmanto gabalu sēra nūjiņas, kas sadegot izdala sēra gāzi.

Sērs ir neaizstājams materiāls gumijas ražošanā. Vērtīgākās kaučuka īpašības — atsperīgums un elastīgums — var saglabāties tikai šaurā temperatūras intervālā. Vasa-

ras karstumā kaučuka izstrādājumi kļūst miksti un lip, ziemas salā — kļūst trausli un lūstoši. Atklāja, ka, kaučuku karsējot, tas savienojas ar sēru un rodas gumija. Tā nebaidās no karstuma un sala. Gumijas ieguves procesu sauc par vulkanizāciju (Vulkāns — uguns dievs).

Ļoti plaši sēru lieto neskaitāmu sēra savienojumu — sēroglekļa, sulfitcelulozes, farmaceutisko preparātu, dažu šķirņu sintētisko kaučuku u. c. iegūšanai.

Taču visnozīmīgākais sēra savienojums ir sērskābe, ko iegūst, sēra trioksīdam reaģējot ar ūdeni. Sēra trioksīdu savukārt iegūst no sēra dioksīda. Sēra dioksīds (sēra gāze) ar nosaukumu «degošā sēra tvaiki» pazīstams jau kopš Homēra laikiem. Tomēr savākt šos «tvaikus» tirā veidā traukā izdevās tikai pēc vairākiem gadsimtiem. To veica anglis Prīstlijs, izmantojot šim nolūkam paša izgudroto dzīvsudraba vannu. Sēra dioksīds labi šķīst ūdenī (1 daļā ūdens 0°C temperatūrā izšķīst 80 daļas gāzes). Sēra dioksīds ir bezkrāsaina, indīga gāze, ar asu smaku. Par šīs gāzes upuri kļuva antīkās pasaules ievērojamais dabas pētnieks Plīnijs Vecākais. Sēra dioksīds ir viens no visbiežāk sastopamajiem vulkānisko izvirdumu gāzveida produktiem. No visiem darbīgajiem vulkāniem visvairāk sēra dioksīda izverd augstākais un visgrūtāk pieejamais Kamčatkas vulkāns — Kļuču sopka. Sēra dioksīds sastopams arī jau sen izdzisušajos vulkānos. Tā, piemēram, pēc alpinistu liecībām, sēra dioksīda smaka jūtama Elbrusa — Eiropas visaugstākā izdzisušā vulkāna — ziemeļu nogāzē.

Sēra dioksīds sevī apvieno kā oksidētāja, tā arī reducētāja īpašības. To lieto tekstilrūpniecībā vilnas un zīda balināšanai, jo sēra dioksīdam piemīt spēja mitruma klātbūtnē atkrāsot organiskās krāsas. Dažos gadījumos balināšanas reakcija ir atgriezeniska, un ar laiku krāsa atjaunojas. Ar to var izskaidrot ar sēra dioksīdu balinātu salmu cepuru krāsas atjaunošanos. Saules staru un sausa gaisa iedarbībā tās atgūst savu iepriekšējo netīri dzelteno toni.

Papīra un celulozes rūpniecībā sēra dioksīdu izmanto celulozes iegūšanai no koksnes. Laižot virs sakarsēta katalizatora sēra dioksīda un gaisa skābekļa maisījumu, veidojas sērskābes anhidrīds. Ja temperatūra ir 44,8°C, sērskābes anhidrīds pārvēršas bezkrāsainā gaistošā šķīdumā, kas sacietē 16,8°C temperatūrā. Ilgu laiku sērskābes

ieguves galvenā izejviela bija sēra tīrradņi; to krājumi it īpaši bagātīgi ir Sicīlijā. Tomēr 1928. g. atklāja, ka par šādu izejvielu var izmantot arī pirītu (sēra kolčedānu), kura mīlzum daudz ir Spānijā un Portugālē. Tagad par sērskābes ieguves izejvielu izmanto ģipsi un sērūdeņradi. Padomju Savienībā sērskābi visvairāk iegūst no pirīta.

Ļoti daudz sērskābes izlieto minerālmēslu ražošanai; to lieto arī, lai no dzelzs virsmām pirms to pārklāšanas ar metāliem (cinku, alvu u. c.) notīrītu oksīdus — kodinātu. Sērskābi izmanto vara un cinka vitriola, alumīnija sulfāta un dažu skābju iegūšanai, kā arī organisko produktu, it īpaši naftas produktu, attīrīšanai, svina akumulatoru izgatavošanai u. c.

Mūsdienu ķīmijas panākumi, kas ievērojami ar jaunu zinātņu nozaru rašanos un attīstību, ir cieši saistīti ar sērskābes pieprasījuma palielināšanos. Tā nav nejaušība, ka sērskābes ražošana pasaulē nepārtraukti palielinās; 1957. g. sērskābes ražošanas apjoms pārsniedza 30 milj. tonnu.

Daudzi domā, ka sērskābi iegūst tikai mākslīgi. Tas nav pareizi. Sērskābe ir atrasta arī dabā dažos vulkāniskas izcelsmes ūdeņos. Tā, piemēram, Riovinagres jeb Pazambio upes ūdens — iztek no Puračes vulkāna, kas atrodas Kordiljēros (Dienvīdamerikā), — satur līdz 0,1% sērskābes. Upe ik gadus aiznes jūrā apmēram 20 tonnas sērskābes.

Sērskābe dabā ir liels retums, turpretim tās sāļi — sulfāti ir ļoti plaši izplatīti. No sulfātiem it īpaša vērtība jāveltī nātrija sulfātam, kas atrodas jūras ūdenī, kā arī ezeru un liču minerālūdeņos.

Ķīmijas vēsturē nātrija sulfātam (kristalizējas ar 10 ūdens molekulām) bija izcila loma. To atklāja un mākslīgi ieguva ķīmiķis Johans Glaubers (1604.—1670.); tāpēc nātrija sulfātu arī nosauca par glaubersāli. Vairāku savdabīgu īpašību dēļ (veicina caureju, spēj dot pārsātinātus šķīdumus utt.) Glaubers nātrija sulfātu nosauca par «brīnumsāli». No šīs sāls nosaukuma latīņu valodā — *sal mirabilis* cēlies šīs sāls mineraloģiskais nosaukums — mirabilīts.

Kādu laiku nātrija sulfātu lielos daudzumos ieguva mākslīgi. Franču ārsts un ķīmiķis Leblāns gan dabisko, gan arī mākslīgo mirabilitu izmantoja sodas iegūšanai.

Pēterburgas Zinātņu akadēmijas profesors Laksmans 1764. g., vārot stiklu, aizstāja potašu, kas dabā nav atro-

dams gatavā veidā, ar atūdeņotu glaubersāli. Stikla rūpniecība kļuva par vienu no galvenajiem nātrija sulfāta patērētājiem. Tagad šis savienojums ir viena no nozīmīgākajām izejvielām daudzās rūpniecības nozarēs.

Karabogazgola liča dibenā 1874. g. leitnants J. Žerebcovs atklāja milzīgus ūdens veidotos nātrija sulfāta krājumus.

Siki Karabogazgola liča dibenu pirmo reizi izpētīja 1897. g. A. Ļebedevs, N. Andrusovs un I. Špindlers, secinot, ka liči nogulsņējas tieši mirabilīts (glaubersāls) — nātrija sulfāta desmitmolekulārā ūdens kristālhidrāts.

Līcim tā nosaukumu — Karabogazgols — devuši turkmēņu zvejnieki; tulkojumā tas nozīmē «Melnās rikles līcis». Daudzus gadsimtus ūdens no Kaspijas jūras netraucēti un ar ievērojamu ātrumu ieplūda liči caur šauru un samērā garu jūras šaurumu. Tomēr ūdens līmenis liči vienmēr palika zemāks par jūras līmeni. Noslēpumainā ūdens pazušana arī radīja priekšstatu par to, ka zemes dzīlēs liča dibenā ir caurums — «melnā rikle». Faktiski ūdens pazušana izskaidrojama ar tā iztvaikošanu. No liča virsmas, kuras laukums ir gandrīz 18 000 km², ik gadus iztvaiko apmēram 18 km³ ūdens, bet liči paliek 200—240 tūkst. tonnas dažādu sāļu, to skaitā arī nātrija sulfāts.

Jautājums par mirabilīta dabisko rezervju izmantošanu mūsu zemē atrisināts padomju varas laikā.

Citas sēra skābes — sērūdeņraža skābes — lieli krājumi atrodami daudzos vulkānisko rajonu avotos. Nelielā daudzumā tā ir minerālu dubļos, kas izveidojušies uz samērā seklo sālsezeru dibieniem. Sērūdeņraža skābe — sērūdeņraža šķīdums ūdenī — ir bezkrāsains šķidrums ar raksturīgu sēra un ūdeņraža gāzveida savienojuma smaku. Sērūdeņradis ir ļoti indīgs. Šī skābe ir kumulatīva inde, t. i., tāda inde, kas, pakāpeniski uzkrājoties organismā, izraisa saindēšanos pat tajos gadījumos, kad tās koncentrācijai gaisā pašai par sevi nevajadzētu būt par cilvēka saindēšanās cēloni, ja viņš šajās telpās neatrodas samērā ilgi.

Dabā sērūdeņradis brīvā stāvoklī sastopams vulkānisko gāzu sastāvā. Izšķīdinātā un daļēji brīvā stāvoklī sērūdeņradis atrodams Melnajā jūrā, sākot ar 200 metru dziļumu. Nelielā daudzumā tas veidojas visur, kur noris organisko vielu sadalīšanās vai trūdēšana.

Ir radīti aparāti, kas ļauj atklāt ļoti niecīgu sērūdeņraža daudzumu. Tērauda tausts, kas piestiprināts šim aparātam, iesūknē no augsnes gaisu un atvieglina aprakta liķa atrašanu pēc ļoti niecīga sērūdeņraža daudzuma.

Dažiem mikroorganismiem (sēra baktērijām) sērūdeņradis nav inde, bet gan barības viela. Asimilējot sērūdeņradi, šie organismi izdala blīvu sēru. Šādi sēra sagulumi veidojas Āfrikas ziemeļu piekrastes ezeru dibenā, kuri atrodas Kirenaikā Bengāzi pilsētas tuvumā.

Beidzot stāstu par sēra savienojumiem, nedrīkst aizmirst sērskābes dubultsāļus — alaunus. Kālija-alumīnija alaunus, tāpat kā alumīnija sulfātu, lieto ūdensvadu stacijās ūdens attīrīšanai no suspensijas; ar alauniem ieziež sīkas brūces, jo alaunu šķīdums savēlk ādu.

SĀLSTRAUKĀ PASLĒPIES SLEPKAVA

17. Hlors — Chlorum (Cl)

Hlors ir smaga (gandrīz 2,5 reizes smagāka par gaisu) dzeltenzaļa gāze, kurai piemīt asa, smacējoša smaka; no zaļgandzeltenās krāsas radies arī gāzes nosaukums (šo nosaukumu gāzei deva H. Dēvi 1810. g. un Gē-Lisaks 1813. g.; tā pamatā grieķu vārds χλωρός, kas nozīmē «dzeltenzaļš»). Gāze ir ļoti indīga visām dzīvām radībām — sākot no mikroskopā tikko atšķiramām baktērijām līdz vislielākajiem dzīvniekiem. Gāzes indīgums izskaidrojams ar tās lielo ķīmisko aktivitāti. Hlors viegli savienojas gandrīz ar visiem ķīmiskajiem elementiem, to skaitā arī ar daudziem metāliem (nātriju, kāliju, varu, alvu u. c.). Hlora un citu elementu savstarpējā iedarbībā izdalās daudz siltuma un gaismas. Atņemot ūdeņradi no ūdens, kas ietilpst ikvienā augu un dzīvnieku organisma šūnā, hlors sagrauj šūnu struktūru, un viss dzīvais iet bojā.

Hlora aktivitāte «nonāvēja» arī pašu hloru. Dabā brīvā stāvoklī hlors nav sastopams. Ja gadījumā hlors dabā tomēr retumis kaut kur izdalās (piemēram, zemūdens vulkānu izvirduma laikā jūrā), tad tas notiek nelielos daudzumos un tūlīt pat izzūd hlora un apkārtējo vielu savstarpējā iedarbībā.

Viens no visizplatītākajiem hlora savienojumiem ir vārāmā sāls. Uz zemeslodes ir milzum daudz vārāmās sāls! Izšķīdinātā stāvoklī sāls ir jūru un okeānu ūdeņos.

Ja sāls būtu cietā stāvoklī, tā aizņemtu 20 000 000 km³. Ar šādu sāls daudzumu varētu nobērt visu zemeslodes sauszemes platību (149 000 000 km²) vairāk nekā simt metru biezā slānī.

Izšķīdinātā stāvoklī sāls atrodas minerālezeros un sālsavotos (daži šādi strauti savu ūdeni ienes Baskunčaka ezerā). Izžukušās upes Uzbojas gultnes dibenā ir liels un blīvs sāls slānis. Milzīgie kupolveida sāls blūķi un veseli sāls kalni atrodas zemes dzīlēs un uz tās virsmas, piemēram, Hodžamumina kalns Dienvidtadžikijā, kas 900 metrus paceļas virs jūras līmeņa, sastāv tikai no sāls akmeņiem.

Sāls ir viela, kas nepieciešama dzīvnieku un cilvēka organismiem. Cilvēka organismā ir apmēram 200 g sāls. Sāls svarīgā nozīme sauszemes dzīvnieku organismos, tās pareizā attiecība ar citiem hlora savienojumiem sauszemes dzīvnieku asinīs tuvojas tai attiecībai, kāda ir jūras ūdenī, dodot iemeslu dažiem zinātniekiem šo faktu uzskatīt kā apstiprinājumu tam, ka sauszemes dzīvnieki cēlušies no organismiem, kas mājaja jūrās.

Sāls atklāj hlora savienojumu un paša hlora mākslīgās ieguves vēsturi. Šis vēstures sākums saistīts ar 1648. gadu, kad vācu ķīmiķis un ārsts Johans Glaubers, karsējot mitru sāli uz oglēm un kondensējot dūmus, kas izdalījās, ieguva sālsšķābi, ko nosauca par «sāls spirtu».

Jāatzīmē, ka grāmatā «Antimona triumfa brauciens», ko sarakstījis Bazīlijs Valentīns (dzīvojis 15. gs. sākumā), antimona un dažu bismuta savienojumu īpašību un medicīniskās pielietošanas sīkā aprakstā minēts arī «sāls spirts». Acīmredzot «sāls spirts» bija zināms jau pirms Glaubera; Glaubers tikai atklāja un aprakstīja šīs vielas izgatavošanas paņēmieni. Tomēr ķīmijas vēsturnieki mūsdienās uzskata, ka Bazīlija Valentīna sacerējumus sarakstījuši Paracelza ienaidnieki, lai pierādītu, ka viss, ko viņš aprakstījis, bijis jau zināms 15. gadsimtā; tapec iespējams, ka šī grāmata ar minēto «sāls spirtu» papildināta pēc Glaubera atklājuma.



Angļu ķīmiķis Prīstlijs 1772. g., izpētījis šķīduma īpašības, kas iegūts, šķīdinot «sāls spirtu» ūdenī, nosauca šo šķīdumu par sālsskābi. Zviedru ķīmiķis Šēle 1774. g. atklāja, ka sālsskābe, karsējot to kopā ar mangāna dioksīdu, izdala dzeltenzaļu gāzi, kas, kā to uzskatīja Šēle, ir sālsskābe, kurai atņemts flogistons. Tikai angļu ķīmiķis H. Dēvi 1810. g. pēc precīziem eksperimentiem, kuros centās izdalīt no šīs gāzes skābekli, secināja, ka hlors ir pastāvīgs ķīmiskais elements, bet nevis ķīmiskais savienojums.

Tūlīt pēc atklāšanas hlors neatrada pielietošanu. Vispirms to sāka lietot medicīnā. Hlora šķīdumu ūdenī — hlorūdeni — rekomendēja lietot ārstiem un medicīnas studentiem kā dezinficējošu vielu, strādājot ar liķiem. Pagājušā gadsimta 30. gados hlorūdeni lietoja inhalācijai plaušu tuberkulozes, difterijas un dažu citu slimību gadījumos.

Vienlaikus ar tehnikas attīstību hlora izmantošanas joma arvien paplašinājās. To izmantoja, lai izgatavotu lielu skaitu ķīmisku savienojumu anilīnkrāsvielu un farmaceutiskajā rūpniecībā, sālsskābes, hlorkaļķu, hipohlorītu utt. ražošanā. Plaši hlora izmanto audumu un celulozes balināšanai tekstilrūpniecībā un papīrrūpniecībā.

Pirms balinātāju hlora savienojumu («hlorūdens») parādīšanās Anglijas, lielākās audumu ražotājas, lauki un pļavas bija noklātas ar audumiem, ko balināja saules staros. Lai šādā veidā balinātu audumus, tos no Anglijas sūtīja pat uz Holandi, bet Francijas pilsētas Bordo tirgotāji veda audumus balināt Āfrikas piekrastes saules staros.

Pēdējos gados plaši ieviesusies ūdens hlorēšana — ūdens dezinficēšana ar hloru. Ievadot ūdensvada ūdeni gāzveida hlora tādos daudzumos, kas nav bīstami cilvēka organismam, ūdenī tiek iznīcināti slimības izraisītāji mikrobi, kā arī novērsta nepatīkamā piegarša un smaka.

Krāsainajā metalurģijā, hlorējot rūdu, no tās atdala dažus metālus (titānu, niobiju un tantalu). Lielmolekulāro savienojumu ķīmijā hlora izmanto plastmasu, sintētisko šķiedru, kaučuka utt. izgatavošanai.

Pirmajā pasaules karā hlors pavisam negaidīti atrada jaunu pielietošanas sfēru — to sāka izmantot kā masveida iznīcināšanas ieroci.

Drīz vien pēc hlora šim nolūkam sāka izmantot arī otru smacējošu gāzi — fosģenu — hlora savienojumu ar og-

Iekļa oksīdu. Šis savienojums veidojas saules staru iedarbībā, tā nosaukums cēlies no grieķu vārda φως «gaisma» un γένεσις «radu»; tātad — «gaismas radīts». 1917. g. masveidā lietoja iprītu, un arī tā sastāvā ir hlors. Kara beigās izmantoja vairāk nekā 50 dažādas indīgās kaujas vielas (IKV), no kurām 95% bija hlora savienojumi. Lai varētu spriest par IKV efektivitāti kaujas laukos, pietiek norādīt, ka tikai angļu armijā vien, kura pēc skaitliskā sastāva starp karojošām valstīm ieņēma 5. vietu, laikā no 1917. g. jūlija līdz 1918. g. novembrim IKV iedarbībā kaujas spējas zaudēja 160 000 cilvēku.

Tāds īsumā ir stāsts par dzeltenzaļo gāzi, kas pēc imperiālistu saujiņas noziedzīgas gribas pirmajā pasaules karā bija pārvērsta par daudzu tūkstošu cilvēku slepkavu.

Hlora molekula ultravioleto staru iedarbībā sadalās divos atomos. Atomiem savienojoties molekulā, izdalās siltums. Pamatojoties uz šo principu, pazīstamais izgudrotājs A. Presņakovs izstrādāja termoķīmiskās iekārtas konstrukciju; šī iekārta izmanto neredzamu kurināmo — ultravioleto izstarojumu. Tādā veidā izrādās, ka hlors ir iejūgts enerģētikas mierlaika ratos.

TRESĀS ZIMES TRIUMFS

18. Argons — Argon (Ar)

Pagājušā gadsimta beigās tehnika un zinātne kļuva bagātāka ar vairākiem tikko radītiem instrumentiem, kas bija paredzēti dažādu elementu fizikāli ķīmisko īpašību noteikšanai. Zinātnes attīstība prasīja precīzas ziņas par vielu īpašībām. Tāpēc, izmantojot jaunus, daudz precīzākus un jutīgākus aparātus, fiziķi atkārtoti izmērija ķermeņu kušanas un viršanas temperatūru, to optiskās, elektriskās un citas īpašības. Angļu fiziķis Džons Viljams Relejs 1893. g. nolēma izmērit dažādu, vispirmām kārtām to gāzu blīvumu, ar kurām visbiežāk bija jāastopas fiziķiem un ķīmiķiem. Šādas gāzes bija slāpekļis, ūdeņradis un skābeklis.

Nosakot slāpekļa svaru, Relejs konstatēja, ka slāpekļis, kas iegūts no gaisa, ir smagāks par slāpekli, kas izdalīts no tā savienojumiem. Tā, piemēram, viens litrs «gaisa» slāpekļa svēra 1,252 g, bet viens litrs no savienojumiem

iegūta slāpekļa — tikai 1,250 g. Starpība bija niecīga, — tikai grama tūkstošdaļas, proti, 0,002. Divi miligrami — tas nav liels svars. Tomēr šī starpība bija konstanta, lai gan slāpekli no tā daudzveidīgajiem savienojumiem ieguva pēc dažādiem paņēmieniem.

Pētījumu rezultātus par «gaisa» slāpekļa «nenormālo» svaru Relejs publicēja Londonas zinātniskajā žurnālā «Nature». Savā rakstā Relejs lūdza zinātniekus, kas lasīja šo žurnālu, izskaidrot «gaisa» slāpekļa svāra nenormālību. Londonas profesors Viljams Ramzejs izteica asprātīgu minējumu. Viņš uzskatīja, ka «gaisa» slāpekļis ir smagāks tāpēc, ka tas satur kādas gāzes piejaukumu. Tomēr Ramzeja minējumu atspēkoja pētījumos iegūtie dati, jo gaisu taču vairākkārt bija pētījuši daudzi zinātnieki. Visiem likās, ka gaisa sastāvs jau ir noteikts tik precīzi, ka nav pat pieļaujama doma par kaut kādu vēl nezināmu piejaukumu atrašanos tanī. Tomēr tas viss nebūt netraucēja Releju un Ramzeju uzņemties vēlreiz pārbaudīt iepriekšējo pētnieku darbu. Un, lūk, izskatot vairāk nekā pirms simt gadiem mirušā Henrija Kevendiša laika gaitā nodzeltējušos rokrakstus, Relejs un Ramzejs negaidīti atrada interesanta eksperimenta aprakstu. Šī eksperimenta rezultāti ieinteresēja abus pētniekus. Eksperiments bija šāds: caur lokveidā saliektu stikla cauruli, kura bija pildīta ar slāpekļa un skābekļa maisījumu un kuras gali bija iegremdēti glāzītē ar dzīvsudrabu, trīs nedēļas laida elektriskās dzirksteles. Eksperimenta ilgums izskaidrojams ar to, ka elektriskās enerģijas avots bija elektrofora mašīna. No tās iegūtās dzirksteles bija vājas un caurulē pārlēca pēc ilgiem pārtraukumiem. Reakcijas produktu — «oranžos dūmos» jeb slāpekļa oksīdus absorbēja ar sārmu pilieniem, kurus Kevendišs ar pipeti ievadīja caurulē. Kad dzīvsudrabs piepildīja visu cauruli un slāpekļis kopā ar skābekli, pilnīgi pārvērtušies «oranžos dūmos», izšķīda sārma, mēģinājums bija pabeigts. Tomēr, ielūkojies vēriņgāk, Kevendišs pamanīja virs dzīvsudraba un sārma mazu gāzes pūslīti. Lai gan caur skābekli un slāpekli ilgstoši laida elektriskās dzirksteles, tomēr šis pūslītis nepārvērtās par «oranžiem dūmiem».

Kevendišs bija liels savādnieks. Viņš bijis pasakaini bagāts, nesabiedrisks, nerunīgs un visu savu dzīvi veltījis zinātniskiem pētījumiem. Lai gan viņš izdarīja vairākus ievērojamus atklājumus, zinātnieks nevienam par tiem ne-

stāstīja un gandrīz nekad npublicēja savus darbus. Viņa dīvainības dažkārt bija pat anekdotiskas. Stāsta, ka viņa milzīgo zinātnisko bibliotēku varējis izmantot ikviens, kas atstājis parakstu par to, ka tādā un tādā datumā paņēmis grāmatu no Kevendiša bibliotēkas. Šo likumu Kevendišs attiecināja arī uz sevi. Viņš bijis ļoti precīzs cilvēks, jo, aprakstot žurnālā iepriekš minētā eksperimenta gaitu, neaizmirsu pieminēt arīniecīgo gāzes pūslīti, kuru, neraugoties uz Kevendiša pūlēm, tā arī neizdevās pārvērst par «oranžiem dūmiem». Tādā veidā šī savādnieka, pasakainā bagātnieka un sava laika izcilā zinātnieka piezīmēs Relejs un Ramzejs atrada norādījumu, ka «... mūsu atmosfērā ir... daļa gaisa, kas atšķiras no visa pārējā gaisa un ka šī gaisa daļa... nav lielāka par tā $\frac{1}{125}$ ».

Atradis šo lielisko piezīmi, Relejs nolēma atkārtot Kevendiša eksperimentu, protams, tikai daudz lielākā apjomā. Elektriskās strāvas ieguvei viņš izmantoja augstsprieguma generatoru. Caur slāpekļa un skābekļa maisījumu vairākas stundas laida cauri elektriskās dzirksteles. Pēc tam kad slāpekļa un skābekļa savienojums bija izšķīdināts kodīgajā nātrijā, Relejs balonā atklāja kaut kādu gāzi, acīmredzot to pašu, kuru pirms simt gadiem bija atradis Kevendišs un kura padarīja smagāku «gaisa» slāpekli.

Ramzejs rīkojās citādi. Viņš izmantoja slāpekļa īpašību viegli savienoties ar kvēlojošu magniju. Ieguvis no gaisa vairākus litrus slāpekļa, Ramzejs desmit diennaktis laida to pa cauruli, kurā atradās līdz sarkankvēlei sakarsēts magnijs. Viss slāpekļlis savienojās ar kvēlojošo magniju. Viss, izņemot kādas nezināmas gāzes nelielu daudzumu, kas nekādos apstākļos nesavienojās ar magniju.

Tādā veidā, ejot dažādos virzienos, Relejs un Ramzejs sasniedza vienu un to pašu mērķi.

Fiziķu, ķīmiķu un dabas pētnieku kongresā 1894. g. vecajā universitātes pilsētā Oksfordā Relejs sniedza ziņojumu par jauno gāzi. «Katrā kubikmetrā gaisa ir apmēram piecpadsmit grami argona. Zālē, kurā notiek kongresa sēdes... ir vairāki pudī argona,» savā ziņojumā secināja Relejs.

Nezināmā gāze, kas ietilpa gaisa sastāvā, bija iegūta. Tai bija raksturīga pilnīga nespēja savienoties ar citām vielām, t. i., inertība. Nedz visu sagraujošais fluors, nedz savienoties kārais hlors, nedz aktīvie metāli — nātrijs un kālijs, nedz arī citi elementi nekādos pieejamos apstākļos

nespēja savienoties ar jauno gāzi. Relejs un Ramzejs jauno gāzi nosauca par argonu; gāzes nosaukums cēlies no grieķu vārda *αργός*, kas tulkojumā nozīmē «bezdarbīgs», «slinks» (α — nolieguma partikula, *ργον* «lieta»). Argona atklāšana bija precizitātes uzvara, trešās decimālzīmes uzvara un triumfs. Kļūda trešajā decimālzīmē radīja priekšnoteikumus argona atklāšanai.

Argons bija pirmais no «bezdarbīgajām» gāzēm, ko atklāja cilvēks. Sākumā tam nevarēja atrast vietu Mendelejeva periodiskās sistēmas tabulā. Tomēr, kad bija atklāti arī argona analogi — hēlijs, neons, kriptons un ksenons, kļuva skaidrs, ka tā ir īpaša, agrāk nepazīstamu elementu grupa. D. Mendelejevs un V. Ramzejs 1900. g. ierosināja šo grupu ievietot periodiskās sistēmas tabulā ar kopēju nosaukumu «nulles grupa».

Spīdošie panākumi, kas sasniegti inerto gāzu ķīmijā, ksenona, kriptona, radona un hēlija savienojumu iegūšana vedina domāt, ka argona «slinkums» ir tikai relatīvs. Acīmredzot spēcīgo iedarbības līdzekļu arsenāls atmodinās argonu no dabiskā «miega»; tas izskaidrojams tādējādi, ka argona ārējā elektronu čaula, no kuras ir atkarīga ķīmiskā aktivitāte, parasti ir ļoti stabila. Kā zināms, sintētiskā amonjaka iegūšanas pamatā ir ūdeņraža un slāpekļa savienošanās reakcija; ūdeņradi iegūst no generatoru gāzes vai ūdens, bet slāpekli — no gaisa. Ja atdalītu no gaisa skābekli, ūdens tvaikus un ogļskābo gāzi, paliktu slāpekļis maisījumā ar argonu. Kas paliks pēc tam, kad slāpekļis savienosies ar ūdeņradi un radīsies amonjaks? Acīmredzot argons. Tādējādi argons ir ražošanas «atkritums», pie tam ievērojamos vairumos. Lai iegūtu vienu tonnu amonjaka, nepieciešams 100 m³ slāpekļa, ko iegūst no gaisa. Maisījumā ar slāpekli būs apmēram 10 m³ argona, jo katrā kubikmetrā gaisa ir 9,3 litri argona, taču tas sintēzes reakcijās nepiedalās.

Tādus aktīvos metālus kā titānu un magniju nevar kausēt un metināt atmosfēras gaisā — tie reagē kā ar slāpekli, tā arī ar skābekli. Aizsargvidi neveido arī ogļskābe — šie metāli tai atņem skābekli. Īpaši tīra un bezdarbīga atmosfēra nepieciešama supertīru metālu (ģermānija un silīcija) ražošanai. Tādos gadījumos palīdz argons, kas šīm vielām noder par labām bruņām. Argons ir neaizstājams arī dažos bioķīmiskos ražošanas procesos, kur

skābeklis sagrauj produkciju, bet slāpeklis nav vēlams, jo tas spēj uzturēt baktērijas dzīvas.

Elektriskā strāva, plūzdama pa cauruli, kas pildīta ar argonu, dod zilganu liesmu. Tāpēc argonu plaši izmanto par pildvielu spīdošo gāzu caurulēs. Argona reklāmu uguņi mirdz virs kinoteātru un Ļeņingradas metro ieejām, veikalu un kafejnīcu vitrīnās.

Daudz neērtību sagādā sakarstoša elektriskā spuldze, — pārvēršoties siltumā, nelietderīgi tiek izmantota elektriskā enerģija, trausla kļūst vadu izolācija; dažkārt spuldze, ja to sedz papīra vai zīda abažūrs, var kļūt par ugunsgrēka cēloni. Ikvienam ir saprotams, ka spuldzes uzdevums ir dot gaismu, bet nevis siltumu. Tāpēc spuldzes piepildīšanai ilgu laiku meklēja tādu gāzi, kas ķīmiski nereaģētu ar sakarsušās spuldzes kvēldiegu, kam būtu maza siltumietilpība un kas vāji vadītu siltumu. Šim uzdevumam vispiemērotākais izrādījās argons. Ja slāpeklim pievieno tikai 15% argona, spuldzes lietderības koeficients palielinās par vienu piekto daļu. Šāds slāpekļa un argona maisījums atrodas arī tajā spuldzē, kuras gaismā, iespējams, jūs lasāt šo stāstu.

AUGLĪBAS ELEMENTS

19. Kālijs — Kalium (K)

Pazīstamais vācu ķīmiķis Justuss Lībigs savā grāmatā «Lauksaimniecības ķīmija» (1840. g.) rakstīja: «Augi paņem no augsnes ķīmiskos elementus, kas tiem vajadzīgi barībai, tāpēc augsnei jāsaņem atpakaļ pilnībā viss, kas no tās paņemts. Pretējā gadījumā tā kļūs neauglīga.»

Visu augu normālai attīstībai augsnē jābūt vairākiem ķīmiskiem elementiem. Viens no tiem ir kālijs. Tas nepieciešams visiem augiem, it īpaši to attīstības sākotnējā stadijā. Ja kālijs ir nepietiekamā daudzumā, augu un dzīvnieku vielmaiņa tiek traucēta, samazinās augu fotosintēzes intensitāte, kas savukārt pazemina cietes un cukura daudzumu labībā un sakņaugos. Kālijam trūkstot, augiem novīst lapas un zūd sēklu dīgļspēja, kā arī tiek veicināta iespēja inficēties ar sēnīšu un baktēriju slimībām.

Tātad kālijs ļoti nepieciešams visu augu, tajā skaitā arī lauksaimniecības augu sekmīgai attīstībai. Bet tā daudzums augsnē taču ik gadus samazinās. No augsnes

kālijs nonāk augos. Novācot ražu, kopā ar labību, salmiem un sakņaugiem tas tiek aizvests no tīruma. Tādā veidā pakāpeniski augiem rodas «kālija bada» briesmas. Lai to novērstu, augsnē jāievada kālija savienojumi. Bet kur tos ņemt? Izrādās, ka viens no visizplatītākajiem zemes garošanas elementiem — kālijs, kas sastāda 1,1% no kopējā atomu skaita, tikai ļoti reti veido bagātīgas dabiskās atradnes. Ilgu laiku (kopš 1843. g.) bija zināma tikai viena ļoti ievērojama kālija sāļu atradne — Štasfurtes atradne Vācijā, kurai bija rūpnieciska nozīme. Tāpēc Vācijaskālija sindikāts nedalīti valdīja pasaules tirgū (Vācijā ieguva 97% no kopējā kālija sāļu daudzuma pasaulē).

Izcilais padomju ķīmiķis N. Kurnakovs (1860.—1941.) kopīgi ar K. Beloglazovu un ģeologu P. Preobraženski, pētot Krievijas sālsezerus un minerālavotus, jau 1916. g. konstatēja palielinātu kālija saturu Soļikamskas sālsūdeņos. 1917. g. N. Kurnakovs izvirzīja hipotēzi par bagātīgām kālija sāļu atradnēm šeit. Viņa paredzējums spidoši piepildījās. Soļikamskas rajonā 1925. g. atklāja vienu no lielākajām kālija sāļu atradnēm pasaulē.

Bez tam kālija sāļu atradnes atklāja arī Ziemeļkazahijā un Baškīrijā, kā arī Ukrainā Ivanofrankovskas (Staņislavas) un Drogobičas apgabalos. Pēdējos gados jauni kālija sāļu sagulumi atklāti Baltkrievijā. Soļigoriskas atradne Baltkrievijā ir lielākā Eiropā. Kālija savienojumus atrada arī Ziemeļrietumpolijā Bidgošcas rajonā. Pēdējā laikā Izraēlā kālija sāļus iegūst no Nāves jūras ūdens.

Mūsu zemē atrodas apmēram 50% no visas pasaules kālija krājumiem.

Kāliju un tā savienojumus izmanto ne tikai kā mēslojumu. Kālija savienojumi ir ikviena organisma un cilvēka šūnas sastāvdaļa. Noteiktā attiecība starp kāliju un citiem elementiem nodrošina muskuļu normālu darbību, vispirms sirds muskuļa saraušanās ritmu. Kālijs ietekmē arī ādas taustes orgānu darbību un ir nozīmīgs augšanas stimulators. Kālijs ir elements, kam piemīt dabiskā radioaktivitāte. Daži zinātnieki uzskata, ka ar to izskaidrojama kālija fizioloģiskā ietekme uz organismu.

Kālija savienojumu ir ļoti daudz; tos lieto visdažādākajās cilvēka darbības sfērās. Tā, piemēram, bez kālija sāļa — kālija bihromāta — nav iespējams izgatavot labu ādu apaviem.

Kālija sārms jeb kodīgais kālijs ir nepieciešama viela ķīmiskajā un farmaceitiskajā rūpniecībā, kā arī citās rūpniecības nozarēs. Speciāliem mērķiem nepieciešamas, piemēram, zaļās ziepes, kuru iegūšanai izmanto to pašu kālija hidroksīdu. Ļoti lielos vairumos šo vielu izmanto dzelzs-niķeļa jeb, kā vēl citādi tos sauc, sārma akumulatoros.

Kālijs ne tikai ceļ augsnes auglību. Speciālisti aprēķinājuši, ka kālija radioaktīvās sabrukšanas rezultātā zemes garozā izdalās daudz siltuma. Cilvēka organismā atrodas apmēram 0,003 g kālija radioaktīvā izotopa. Ar to arī izskaidrojama cilvēka organismam piemītošā radioaktivitāte, kas izpaužas ne mazāk kā 5000 kālija atomu sabrukšanā ik sekundi. Ir pamats uzskatīt, ka kālija radioaktīvajai darbībai, kas vērojama visā cilvēka evolūcijas gaitā, bijusi liela un nozīmīga loma cilvēka dzīvības procesu norisē.

Bez kālija savienojuma ar hloru un skābekli — kālija hlorāta jeb, kā to vēl biežāk sauc, Bertolē sāls, nebūs iespējama svētku uguņošana.

Brīvā stāvoklī kāliju ieguva 1807. g. angļu ķīmiķis H. Dēvi, elektrolizējot mitru kodīgo sārmu. Jau arābu zinātnieki pazina sārmus. Kālija nosaukums cēlies no arābu vārda *alkali*, kas tulkojumā nozīmē «pelni», «sārms». Nosaukumu *kālijs* krievu ķīmiskajā nomenklatūrā ieviesa H. Hess (1802.—1850.). Tomēr Harkovas universitātes profesors Ģīze jau 1813. g. vārdu *kālijs* lietoja elementa nosaukuma apzīmēšanai.

Brīvā veidā kālijs ir sidrabaini zilgans, viegli kūstošs (kušanas temperatūra 63,5°C) metāls. Metāliskais kālijs ir ļoti aktīvs. Kālija tvaiki ir zilganzaļā krāsā. Kālijs intensīvi oksidējas gaisā, bet, savienojoties ar ūdeni, veido ūdeņradi, kas aizdegas, un sārmu. Interesants ir viens no kālija un nātrija sakausējumiem. Tas pretēji visiem citiem nātrija un kālija sakausējumiem, ja sakausējumā ir



77,3% kālija un 22,7% nātrija, ir šķidrums un sacietē — 12,7°C temperatūrā. Šo sakausējumu lieto organisko savienojumu sintēzēs.

TAS ATRODAMS ĒKĀS UN... KAULOS

20. Kalcījs — Calcium (Ca)

Ūdens ir dzīvības šūpulis! Gadsimtu tumsā pazudis laiks, kad pirmatnējo jūru siltajos viļņos mikroskopisku būtņu veidā radās dzīvība. Viskomplicētākais dažnedažādu un savā kopībā savstarpēji nesaraunami saistītu cēloņu apvienojums radīja dzīvības jaunu kvalitāti. Nedzīvai vielai sasniedzot noteiktu attīstības pakāpi, radās dzīva viela! Dzīvības pakāpeniskās attīstības procesā nepārtraukti pilnveidojās un kļuva komplicētāka dzīvā materiāla. No olbaltuma piciņas veidojās vienkāršas šūnas, bet no šūnām — daudzšūnu organismi līdz pat vispilnīgākajam no tiem — cilvēkam; nepārtraukti palielinājās arī dzīvā ķermeņa izturība. Mikstajiem un viegli ievainojamiem dzīvo būtņu ķermenīšiem bija nepieciešams izturīgs atbalsts un droša aizsardzība. Ja augu organismiem šim nolūkam piemērots materiāls izrādījās silīcijs un tā savienojumi, tad dzīvniekiem vispiemērotākais šāds materiāls galvenokārt bija vieglā, sidraboti baltā metāla kalcija savienojumi.

No šī elementa savienojumiem daudzas jūrās mītošās būtnes — mikstmieši, vēži, kā arī neskaitāmie viensūņņi — veido sava ķermeņa pārsegus — izturīgas bruņas, kā arī visdažādākās formas, spilgtas krāsas un apbrīnojamas arhitektūras gliemežnīcas, kuras ikviens cilvēks var atrast gan jūras krastos, gan mierīgos ezeros, gan arī vienlās upītēs.

Šīs gliemežnīcas, kas pēc savu saimnieku nāves sakrājas ūdenskrātuvju, galvenokārt jūru dibenos, desmitu un simtu miljonu gadu laikā radīja biezus kalcija savienojumu slāņus, no kuriem laiku gaitā izveidojās ieži — kalķakmens.

Paragvaja ir Dienvidamerikas «tranzītstacija». No šejienes ved ceļi uz citām kontinenta zemēm. Bez krāšņās un spēcīgās augu valsts šī zeme ir pazīstama arī ar savu upju ūdens ipatnībām, proti, tajā nav kalcija sāļu. Tāpēc eiropieši, kas dzīvo Paragvajā, periodiski injicē sev kalcija sāļu devu. Pretējā gadījumā organisms izjūt kalcija

trūkumu, kauli kļūst trauslāki, kā arī tiek traucēta asinsrite.

Līdzīgu ainu var novērot Ekvadorā. Ar injekcijām nepieciešamajiem kalcija sāļiem šeit tirgojas uzņēmīgie katoļu misionāri.

Kaļķakmens upju gultnēs praktiski nav atrodams. Urugvajai un Paragvajai nepietiek sava kaļķakmens pat cementa ražošanai.

Sauszemes dzīvnieki no kalcija savienojumiem (fosforskābes sāļiem) veido savus skeletus — iekšējo balstu mīkstajiem audiem, kuri desmitiem reižu pārsniedz pašu balstu svaru. No kalcija savienojumiem veidotajā blīvajā čaumalā putni noslēpj maigās pusšķidrās vielas masu, no kuras attīstās jauna dzīvība. Izmantojot kalcija savienojumus, dzīvnieku un daļēji arī cilvēka organisms cīnās pret dažādiem slimību izraisītājiem mikrobiem. Ir organismi, kam piemīt spēja aktīvi koncentrēt kalciju. Dažu ūdensaugu, mīkstmiešu un sarkņkāju ķermeņos ir līdz 38% šī metāla.

Kalcija loma dzīvnieku organismos neaprobežojas tikai ar skeleta kaulu un olu čaumalu veidošanu; izšķiroša nozīme kalcijam ir arī pašos organisma dzīvības procesos. Kalcija joni regulē sirdsdarbību un asins sarecēšanu, tādā veidā pasargājot organismu no bojā ejas asins zaudēšanas gadījumā, kas draudētu pat no vissīkākā ieskrambējuma.

Vajadzība pēc diennaktī nepieciešamā kalcija daudzuma dažādiem organismiem ir atšķirīga: cilvēkam tā sastāda no 0,7 līdz 1,1 gramam; 97% no kopējā kalcija daudzuma koncentrējas kaulos. Cilvēka kaulos pēc tilpuma ir 25% kalcija, bet no kopējā kaulu svara kalcijam sastāda tikai 1,4%. Interesants ir šāds fakts: sāļu (tajā skaitā arī kalcija sāļu) attiecība asins serumā ir tuva to attiecībai jūras ūdenī, kurā radās dzīvība.

Kā zināms, zīdaiņus, kas kaut kādu cēloņu dēļ nesaņem mātes pienu, bieži vien baro ar govju pienu, kurā ir daudz kalcija sāļu, bet maz cukura. Lai samazinātu šo sāļu daudzumu, agrāk govju pienu atšķaidīja ar ūdeni. Tagad labiekārtotās zīdaiņu un mazbērnu virtuvēs govju pienu



laiž cauri jonītu sveķiem, bet pēc tam pienam pievieno cukuru un vitamīnus, tādā veidā tuvinot govju piena sastāvu mātes piena sastāvam.

Kalcija savienojumi kaļķakmens, krita, marmora (ogļskābā kalcija) silikātu, fosforītu (fosforskābā kalcija) un ģipša veidā ir plaši izplatīti dabā. No tiem uz zemeslodes ir veidotas veselas kalnu grēdas. No zemes garozas atomiem 1,5% sastāda kalcija atomi.

Kalcija savienojumi (marmors, kaļķakmens un ģipsis) kā celtniecības materiāls cilvēkam bija labi pazīstami un tika izmantoti jau sirmā senatnē.

Un tagad, jūsmojot par Maskavas metro marmora rotājumu skaistajām krāsām, tiksmīnoties par Kremļa torņu slaidajām kontūrām vai arī apbrīnojot paleontoloģiskajā muzejā milzīgo izmiruso gigantu kaulus, mums jāatceras, ka visos šajos gadījumos sastopamies ar tā metāla savienojumiem, bez kura nevar būt ne marmora, ne izturīgas ķieģeļu saistes, ne arī daudzo dzīvnieku skeletu.

Metāliskā veidā kalciju ieguva H. Dēvi 1808. g., vannā ar dzīvsudraba katodu elektrolītiski sadalot kalcija hidroksīdu. Reakcijā ieguva amalgamu, kas pēc dzīvsudraba iztvaikošanas kļuva par piesārņotu kalcija pulveri. Praktiski tīru kalciju ieguva tikai 1924. g., vakuumā ar alumīniju reducējot kalcija oksīdus.

Dzīvā interese par metālisko kalciju, kas novērojama pēdējos gados, izskaidrojama vispirms ar to, ka kalciju lieto kā reducētāju, lai iegūtu metālus, kam ir liela nozīme atomenerģētikā un raķešu tehnikā. Reducēšanu ar metāliskā kalcija palīdzību sauc par kalcitermiju pēc analogijas ar aluminotermiju.

Patlaban ir izstrādātas un praksē lieto vairākas kalcija iegūšanas metodes. Vistīrāko kalciju iegūst pēc «šķidrā katoda» metodes, kura dod vara un kalcija sakausējumu. Iztaicējot grafīta tiģelī šo sakausējumu, paliek tikai varš, bet iztaicētais kalcijš kondensējas.

Kalcija nosaukums un tā ķīmiskais simbols cēlies no latīņu vārda *calx*, kas nozīmē «kaļķi», «mīksts akmens». Nosaukuma autors bija H. Dēvi. Jāpiemetina, ka grāmatvedības termins «kalkulācija» tulkojumā nozīmē skaitīšanas procedūru un skaitīšanas akmentīņus. 1948. g. Egeja jūrā atrada marmora skaitāmo dēlīti. Marmoru un kritu var samērā viegli apstrādāt.

METĀLS, KAS GAIDA... SAVU IZMANTOJUMU

21. Skandijs — Scandium (Sc)

Izstrādājot elementu periodisko sistēmu, Mendeļejevs atklāja, ka tajā ir daudz tukšu vietu — «baltu plankumu». Ja jau ir šādi «baltie plankumi», tad tas nozīmē, ka vai nu klasifikācijas sistēma ir nepareiza, vai arī to, ka šie «baltie plankumi» jāaizpilda ar elementiem, kas vēl nav atrasti un par kuriem pētnieki vēl neko nezina. D. Mendeļejevs bija pārliecināts, ka pastāv vēl neatklāti elementi.

Bija nepieciešama D. Mendeļejeva milzīgā ticība savam darbam un periodiskās sistēmas patiešs, īsts zinātniskums, lai varētu runāt par elementu, kuru neviens nebija redzējis un pat nebija pielāvis iespēju, ka šāds elements dabā ir atrodams.

1871. g. tabulas rūtiņās, kas bija paredzētas 21., 31. un 32. elementam, stāvēja jautājuma zīmes. Bet, tāpat kā citās rūtiņās, jautājuma zīmēm līdzās stāvēja vēl neatklātu elementu atomsvāri.

21. elementu Mendeļejevs ieteica nosaukt par ekaboru, jo «tam jāseko pēc bora, bet zilbe EKA atvasināta no sanskrita vārda, kas nozīmē viens»¹. «Ekaboram jābūt metālam... Šis metāls nebūs gaistošs, tālab ka visi metāli pāru rindās visās grupās (izņemot I) nav gaistoši; tāpat tos diez vai var atklāt parastajā spektrālanalīzes ceļā.»

Pagāja astoņi gadi, un zviedru ķīmiķis L. Nilsons vienā no ļoti retieminētiem minerāliem atrada jaunu elementu, kuru par godu Skandināvijas pussalai nosauca par skandiju. Pēc jaunā elementa izpētīšanas Nilsons sniedza tā īpašību aprakstu. Kāds gan bija Nilsona pārsteigums, kad viņš, salīdzinot skandiju ar Mendeļejeva «uz papīra atklātā» ekabora raksturojumu, konstatēja, ka abi šie raksturojumi ir pilnīgi līdzīgi. «Nav nekādu šaubu, ka skandijā ir atklāts ekabors...» rakstīja L. Nilsons un tālāk, satriekts par to, uzsvēra: «Tādā veidā visuzskatāmākā veidā apstiprinās krievu ķīmiķa domas, kas deva iespēju ne vien paredzēt nosauktā vienkāršā elementa pastāvēšanu, bet arī jau iepriekš norādīt tā nozīmīgākās īpašības.»

Lai apstiprinātu teikto, salīdzināšanai sniedzam dažus

¹ Mendeļejevs priekšroku deva sanskrita valodai, bet nevis latīņu vai grieķu valodai, no kuras parasti bija pieņemts izvēlēties zinātniskos terminus un nosaukumus.

datu, ar kuriem D. Mendelejevs raksturoja skandiju (ekaboru) pirms tā atklāšanas un L. Nilsons — pēc viņa atklātā elementa īpašību izpētīšanas.

Ekabors
Atomsvars 45.
Ekabora oksīds sastāv no diviem ekabora atomiem un trim skābekļa atomiem.

Oksīda blīvums
3,5 g/cm³.

Ekabora sulfāts sastāv no diviem ekabora atomiem un trim sērskābes atlikumiem.

Sērskābie dubultsāļi pēc savu kristālu formas nebūs līdzīgi alauniem.

Skandijs
Atomsvars 45,1¹.
Skandija oksīds sastāv no diviem skandija atomiem un trim skābekļa atomiem.

Oksīda blīvums
3,8 g/cm³.

Skandija sulfāts sastāv no diviem skandija atomiem un trim sērskābes atlikumiem.

Skandija un kālija sērskābais dubultsālis pēc savu kristālu formas nav līdzīgs alauniem.

Kā redzams no abiem raksturojumiem, starp abiem elementiem nav kaut cik ievērojamas atšķirības.

Skandijs bija otrais ķīmiskais elements, kuru atklāja pēc D. Mendelejeva uz periodiskā likuma pamatotā paredzējuma par šādu elementu eksistēšanu un to īpašībām. Skandijs uzskatāmi apliecina šī svarīgākā dabaszinātņu likuma pareizību.

Metālu tīrību vērtē pēc analīzes rezultātiem, kas izteikti svāra procentos, un tur esošo «devītnieku» skaita. 20. gs. pirmajā pusē skandija analīzē parādījās tikai viens «devītnieks». 97,0% — tāda bija simtiem gramu iegūtā skandija tīrība. Skandija biogrāfijā divus devītniekus, proti, 99,0% ierakstīja amerikāņu zinātnieks Speidings. Jaunais padomju zinātnieks A. Miļkovs ieguva skandiju, kura tīrība ir 99,5%.

Kur izmanto skandiju? — jautās nepacietīgais lasītājs. Pagaidām nekurl!

Skandijs ir viegls kā alumīnijs un grūti kūstošs kā labs ugunsturīgs materiāls (kušanas temperatūra 1200—1400°C), tomēr no skandija nebūvēs lidmašīnas. Pagaidām skandiju vērtē augstāk par zeltu. Arī lēts tas nekad ne-

¹ Pēc datiem, kas tagad precizēti — 44,96.

būs. Lai gan dabā skandija ir vairāk par svinu, atšķirībā no pēdējā, skandijam nav bagātīgu atradņu. Zemes garozā skandija ir samērā daudz ($2 \cdot 10^{-4}\%$), bet tas pieder pie «izkliedētajiem» elementiem. Ir zināms tikai viens minerāls — tortveitīts — kura sastāvā skandijs ietilpst kā galvenais komponents (līdz 43%).

Pētījumi ar spektroskopu parādījuši, ka skandijs lielā daudzumā sastopams uz dažām zvaigznēm.

NĀKOTNES TITĀNS

22. Titāns — Titanium (Ti)

Sengrieķu mitoloģijas milži — titāni, nemirstīgie Gejas (zemes) un Urāna (debess) bērni uzsāka cīņu ar Zevu (augstāko dievību). Lai nokļūtu līdz Zevam, titāni sakrāva klintis uz klintīm un kalnus uz kalniem. Neviens no dieviem nevarēja viņiem pretoties; tikai Zevs — pārkoņgrāvējs, saskaities uz nekaunīgajiem pārdrošniekiem, ar zibens ugunīgajām bultām apturēja viņu uzvarām vainagoto gājienu. Tā stāsta mitoloģija.

Daudz vēlāk par titāniem sāka saukt cilvēkus, kuriem piemita spēcīgs gars, ass prāts un liels talants; par titāniem sauca arī cīnītājus par taisnību, augstiem ideāliem un brīvību. Šis vārds tīri nevilšus saistās ar priekšstatu par kaut ko milzīgu, varenu un visu uzvarošu.

Par titānu sauc arī ķīmisku elementu. M. Klaprots, kas atklāja minerālā rutilā nezināmu metālu, pierādīja, ka tas ir identisks ar nezināmo «zemi», ko pirms četriem gadiem minerālā menakanītā bija atklājis angļu ķīmiķis V. Gregors. 1797. g. Klaprots rakstīja: «Es jauno metālisko nosēdumu nosaucu zemes seno apdzīvotāju titānu vārdā — par «titānu».» Titāna vārdā saucas arī Saturna sestais pavadonis.

Pētot kāda muzeja kolekcijā esošos minerālus, atklāja, ka no tūkstoš dažādiem minerāliem apmēram astoņi simti satur titānu. Minerāli, kas satur titānu, sastopami visur. Padomju Savienībā visbagātākās titāna atradnes ir Urālos. Titāns ir augsnē un augos, kā arī upju un ezeru ūdeņos.

Lai gan dabā titāna ir nedaudz vairāk (0,44%) par oglekli (0,32%), bagātīgas titāna rūdas atradnes nav atklātas. Titāna ieguves galvenais avots arī mūsdienās ir minerāli ilmenīts un rutilis.

Titāns bija pazīstams jau samērā sen, tomēr tīrā veidā to ieguva tikai 1910. g. amerikāņu ķīmiķis Hanterš. Izrādījās, ka šī elementa īpašības tik tiešām ir «titāniskas». Tas grūti kūst (1680°C), ir samērā viegls (blīvums $4,5\text{ g/cm}^3$) un līdz ar to arī ļoti izturīgs gaisā un pat jūras ūdenī, kas tik viegli sagrauj dzelzi. Titāna lielā izturība pret jūras ūdens iedarbību dod iespēju izgatavot kuģu apšuvumus bez speciālas pretkorozijas aizsardzības (titāna gabalam, kas 120 dienas atradās jūras ūdenī, nevarēja konstatēt nekādas korozijas pazīmes). It īpaši nozīmīga ir titāna spēja intensīvi sorbēt gāzes un veidot stabilus savienojumus ar slāpekli un oglekli. Šis apstāklis, no vienas puses, apgrūtina titāna iegūvi tīrā veidā, bet, no otras, — nodrošina tam visplašāko pielietojumu tehnikā, lai atdalītu gāzes no izkausētiem metāliem. Tur, kur vakuumsūkņi ir bezspēcīgi un vairs nespēj noķert un aizdabūt projām gāzu atlikumu, talkā tiek aicināts titāns. Titāna pulveris, it īpaši, ja tas iepriekš atdzēsēts līdz šķidra slāpekļa temperatūrai, «noķer» palikušās slāpekļa un skābekļa molekulas spuldžu balonos un kodolprocesu pētījumu kameru darba telpā. Titāna savienojumiem ar slāpekli un oglekli jau pašiem par sevi ir vērtīgas īpašības. Šie savienojumi ir ļoti cieti un grūti kūstoši, tiem piemīt brīnišķīga elektrovadītspēja. Titānu un tā savienojumus ir ļoti grūti iegūt, tāpēc plaši tos sāka lietot tikai pēc 1946. g., kad bija apgūta četrvērtīgā titāna hlorīda reducēšana ar magniju argona vai hēlija atmosfērā. Ar šo brīdi titāna ražošanas attīstībā sākās straujš pavērsiens. Tā, piemēram, 1948. g. izkausēja tikai 10 tonnas šī «varenā metāla», 1954. g. — 7200 tonnas, bet 1955. g. — jau vairāk par 20 tūkst. tonnu. Tātad iznāk, ka titānam kā rūpnieciskam metālam ir pavisam tikai 20 gadu. Un tomēr titāns izpelnījies jau ļoti plašu atzinību. Titāns ietilpst ne vien tēraudā, bet arī bronžā, misiņā un alumīnija sakausējumos. Pievienojot tēraudam titānu, tērauds kļūst cietāks un elastīgāks. No šāda tērauda izgatavo dzelzceļa sliedes, vagonu asis, riteņus utt.

Mazā blīvuma, lielās mehāniskās izturības, tāpat arī korozijnoturības dēļ titānu lieto visdažādākajās nozarēs, it īpaši speciālas nozīmes detaļu izgatavošanā. Sekmīgi bija mēģinājumi izgatavot tā saucamos bimetālus; tērauda caurule, kas no iekšpuses pārklāta ar titāna slāni, pilnīgi aizstāj tīra titāna cauruli. Dabiski, ka šādi rezultāti iero-

sināja domu par to, ka pārklāšanai ar titānu lietojamas tās pašas metodes kā niķelēšanai vai pārklāšanai ar varu. Titanēšanu sarežģīja titāna «alkatība» gandrīz vai pret visām gāzēm. Tomēr, izmantojot komplicētus elektrolītus ūdens—spirta šķīdumā, titāna pārklājumi ir iegūti. Titāna noturību pret korozijas iedarbību nosaka plānā aizsargplēvē, kas izveidojas uz titāna virsmas, līdzīga tai, kāda ir uz nerūsējošā tērauda. Titānu nesagrauj pat koncentrēta sērskābe.

Vieglums, lielā mehāniskā izturība, kā arī grūtā kūstamība un lēnā oksidēšanās spēja padara titānu par jaunākās tehnikas vērtīgāko būvmateriālu. Tāpēc no titāna un sakausējumiem, kas iegūti uz titāna bāzes, izgatavo gāzu turbīnu lāpstiņas, reaktīvos dzinējus, augstlidojošu lidmašīnu fizelāžas un kabīnes, kompresoru diskus, aizsargbruņas, karstumizturīgo ķīmisko aparāturu, griezējinstrumentus un vēl daudz ko citu.

Skaņas un siltuma barjeru pārvarēšana ātrgaitas aviācijā, kā arī reaktīvo lidmašīnu «griestu pacelšana» nebūtu iespējama bez titāna un tā sakausējumiem.

Lai cik bēdīgi tas arī ir, jāsaka, ka slaveno otas vecmeistaru gleznas zaudē savu māksliniecisko vērtību. Vainīgais izrādās svins. Gleznojot savus darbus, daudzi mākslinieki lietoja svina baltumu, kas laika gaitā izmainās. Sērūdeņraža iedarbībā, kurš gandrīz vienmēr nelielos daudzumos atrodas dzīvojamo telpu gaisā, cinka baltums kļūst tumšs. Bet tā vēl ir tikai pusbēda — gleznu, kas kļuvusi tumša, var padarīt gaišu, to apstrādājot ar ūdeņraža pārskābi. Svina baltumam ir vēl cits nenovēršams trūkums, proti, daļēji zūd tā segtspējas. Tas izskaidrojams ar puscaurspīdīga savienojuma (svina ziepju) izveidošanos krāsā. Tas rodas, svina ūdens oksīdam, kas ietilpst svina baltuma sastāvā, reaģējot ar skābēm, kas atrodas eļļās un lakās, kuras saista krāsu. Šī svina baltuma negatīvā īpašība lielākā vai mazākā mērā vērojama visu veco meistarū (Karavadžo, Ribeiras, Pusēna u. c.) mākslas darbos. Glezniecībā svina baltums savu vietu tagad atdevis titāna baltumam. Titāna baltuma segtspējas divkārt pārspēj svina baltuma segtspējas; tas nav indīgs un sērūdeņraža iedarbībā nekļūst tumšs. Titāna baltuma pamatā ir tīrs titāna dioksīds, aprīņojami balts pulveris, ko iegūst mākslīgi elektriskajās krāsnīs.

Uzģērbjot mākslīgā zīda kreklu, atcerieties, ka arī tajā

ir titāna dioksīds, kas audumam piešķir matētu toni. Šo oksīdu var atrast arī emaljā, glazūrā un grūti kūstošā stiklā. Dažus titāna savienojumus izmanto radiotehnikā, jo tiem, salīdzinot ar dabiskajiem materiāliem, ir milzīga dielektriskā konstante.

AUTOMOBIĻU METĀLS

23. Vanādijs — Vanadium (V)

Pazīstamais automobiļu karalis Fords teica: «Ja nebūtu bijis vanādija, — nebūtu arī mana automobiļa.» Neliela vanādija piedeva (0,2%), ko pievieno parastajam tēraudam, piešķir tam vairākas vērtīgas īpašības: palielina elastību un berzes izturību, kā arī pretestību pārraušanai; it īpaši svarīgi tas ir tādām automobiļa daļām kā atsperēm, asīm, vārpstām un zobratiem. No vanādijtērauda izgatavo automobiļu dzinējus, lokomotīvu cilindrus un bremžu klučus. Ja nebūtu vanādijtērauda, automobilis būtu divas reizes smagāks, divkārt palielinātos arī nepieciešamās degvielas daudzums un riepu nodilums, kā arī saīsinātos ceļa seguma kalpošanas ilgums. Tāpēc arī vanādiju sauc par «automobiļu metālu».

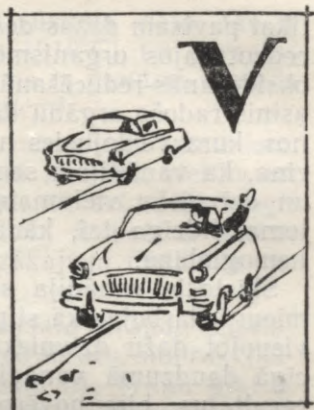
Nelielo jūras kuģu, hidraulisko lidmašīnu un slīdlaivu būvniecības tehnikā lieto sakausējumu, kas sastāv no alumīnija un vanādija. Sakausējumam piemīt ne vien labas mehāniskās īpašības, bet tas ir arī ļoti noturīgs pret jūras ūdeņu postošo iedarbību.

Jāpiezīmē, ka uz mūsu planētas ik gadus iegūst ne vairāk par 5000 tonnām vanādija, t. i., pavisam tikai piecas reizes vairāk nekā zelta. Tomēr zemes virsū ir samērā daudz vanādija; tas sastāda 0,005% no kopējā zemes garozas atomu skaita, kas, pārrēķinot tonnās, dod grandiozu skaitli. Vanādijs atrodams vairāk nekā piecdesmit minerālu sastāvā, tas atklāts pat meteorītos, bet... bagātīgas tā minerālu atradnes sastopamas ļoti reti. Vanādijs ir elements, kas izkliedēts visur, tāpēc rūdas, kas satur pavisam tikai 1% vanādija, jau uzskata par ļoti bagātām.

Vanādija ieguvei rūpnieciskos apstākļos izmanto pat tādas rūdas, kurās ir tikai 0,1% vanādija.

Zemes garozā vanādija ir vairāk nekā tādu plaši izplatītu metālu kā cinka, vara, alvas un svina. Padomju Savienībā vanādiju galvenokārt iegūst no dzelzs rūdām un polimetālu rūdām.

Ikvienam saprotams, ka tad, kad iespējams bez zaudējumiem ražošanai aizstāt dārgmetālus ar plašāk sastopamiem un lētākiem metāliem, šo iespēju nekaņējoties izmanto. Tāpēc, tiklīdz Odesas ķīmiskajā institūtā atrada paņēmieni, kā sērskābes ražošanā platinēto azbestu (ar platīna pulveri noklāts azbests) aizstāt ar vanādija oksīdu, rūpnīcas tūlīt sāka ieviest izgudrojumu ražošanā. Pirmo reizi šo izgudrojumu ieviesa jau pirmskara gados kādā no Donbasa rūpnīcām. Tagad lielākā daļa



rūpnīcu visā pasaulē sērskābes ražošanā par katalizatoru lieto nevis platīnu, bet vanādija savienojumus. Bez sērskābes rūpniecības vanādija savienojumus izmanto arī gumijas, stikla un keramikas ražošanā.

Vanādiju, kas ir mūsdienu tehnikas elements, tagad lieto ļoti plaši, bet vēl vairāk vanādiju un tā savienojumus izmantos nākotnē.

Vanādija atklāšanas vēsture sākās 1801. g., kad meksiķņu mineralogs A. del Rio kādā Meksikas dzelzs rūdā atrada nezināmu elementu.

Pēc 30 gadiem zviedrs N. Sefstrens vanādiju «atklāja» otrreiz zviedru dzelzs rūdās. Brīvā stāvoklī vanādiju ieguva angļu ķīmiķis G. Rosko 1867. g. Elementa nosaukums cēlies no senskandināvu skaistuma dievietes Vanadisas vārda. Pēc mitoloģiskiem nostāstiem šīs dievietes jūtas bijušas neparasti pastāvīgas; šajā nozīmē vanādijs pilnīgi attaisno savu nosaukumu. Atsperu tēraudiem, kas satur šo metālu, ir ļoti pastāvīgas īpašības.

Vanādijs ir pelēks, spīdīgs metāls, kas neoksidējas gaisā; tas ir samērā viegls (blīvums $5,87 \text{ g/cm}^3$) un grūti kūstošs (kušanas temperatūra 1735°C). Vanādijs ir mazaktīvs, tomēr, karsēts pulverveidā, enerģiski savienojas ar skābekli, sēru un hloru. Daži augi un dzīvnieki, piemēram, ascīdijas, holoturijas u. c., iegūst vanādiju no apkārtnes vides, uzkrājot to hemovanadīna veidā asins ķermenīšos — vanadicītos (līdz 15% pelnos). Kolas pussalas ascīdijas satur 0,5% vanādija, bet jūras ūdenī vanādija ir

tikai pavisam dažas desmitmiljonās daļas procenta. Acīmredzot šajos organismos vanādija savienojumi piedalās oksidēšanās-reducēšanās procesos, kā arī elpošanā un asinis radošo orgānu darbībā. Vanādija saturs naftas pelnos, kura veidojusies no dzīvnieku un augu atliekām, liecina, ka vanādijs senā ģeoloģisko ēru dažu sugu augu un dzīvnieku vielmaiņas procesos acīmredzot bija liela loma, līdzīga tai, kāda ir dzelzij mūsdienu dzīvnieku hemoglobīnā.

Šķīstošie vanādija savienojumi uz dzīvnieku organismiem iedarbojas kā stipras indes, tomēr eksperimenti, pievienojot dažu dzīvnieku (cūku, vēršu u. c.) barībai nīcīgā daudzumā vanādija savienojumus, deva negaidītus rezultātus: bija novērojama ēstgribas palielināšanās un neparasti intensīva aptaukošanās.

Krievijā vanādiju atrada 1834. g. Urālos Berezovas raktuvju svina rūdā, bet pēc tam, 1839. g. — arī Permas smilšakmenī. Jau tolaik (1840. g.) inženieris Šubins izteica domu par vanādija labvēlīgo ietekmi uz dzelzs un vara sakausējumu īpašībām. Viņš rakstīja: «Vara čuguns, kā arī melnais un lietņņu varš veido ar vanādiju metāļiskus sakausējumus, un, iespējams, vanādija ietekmē tie kļūst daudz cietāki.»

VISCIETĀKAIS METĀLS

24. Hroms — Chromium (Cr)

Franču ķīmiķis L. Voklēns 1797. g. pirmo reizi izpētīja sārtu, cietu minerālu krokoizītu, kas nokļuva viņa rokās no tālās Sibīrijas.

Krokoizīts, ko biežāk sauc par krokoitu (no grieķu vārda κροκος «safrāns»), ir rets minerāls, kuru 18. gadsimta 40. gados atrada Urālos un kuru aprakstīja M. Lomonosovs. Pēc tam šo minerālu 1762. g. Sibīrijā atrada Pēterburgas ķīmijas profesors I. Lemans. Viņš to uzdāvināja Voklēnam, kurš Sibīrijas minerālā atrada jaunā elementa savienojumu. Izdalīt šo elementu tīrā veidā Voklēns nespēja. Pārsteigts par krāsu bagātību, ko veidoja jaunatklātā elementa dažādie savienojumi, Voklēns to nosauca par hromu (no grieķu vārda χρωμα «krāsa»). Tīrā veidā jauno elementu 1854. g. ieguva vācu ķīmiķis R. Bunzens, elektrolizējot hroma savienojumu ar hloru. Hroms ir tēraudpe-

lēks metāls ar sidrabainu spīdumu lūzuma vietā; tas ir grūti kūstošs (kušanas temperatūra 1910°C) un parastos apstākļos neoksidējas. Hroma blīvums ir gandrīz vienāds ar dzelzs blīvumu, proti, tas ir 7,14 g/cm³.

Vēlāk konstatēja, ka, salīdzinot ar citiem metāliem, hroms ir viscietākais. Neparasti lielā izturība, cietība un noturība pret ārējās vides iedarbību, kā arī spēja viegli veidot sakausējumus ar citiem metāliem, it īpaši ar dzelzi, padarīja hromu par vienu no svarīgākajiem metāliem sakausējumu metalurģijā.

Hromu izmanto dažādu šķirņu speciālo tēraudu izgatavošanai, no kuriem savukārt izgatavo ieroču stobrus (sākot no bisēm un beidzot ar liелgabaliem), bruņu plātes, ugunsdrošus skapjus utt. Tēraudi, kas satur vairāk par 13% hroma, gandrīz nemaz nerūs; tos izmanto kuģu zemūdens daļu, konkrēti, zemūdeņu korpusu izgatavošanai.

Nerūsējošie tēraudi, kas obligāti atrodami ledusskapju un veļas mazgājamo mašīnu detaļās un... dakšiņās, arī satur hromu. Amerikāņu rakstnieces Džūdītas Viorstas grāmatā «Mērķis — kosmos» aprakstīti izpletņi, kas paredzēti kosmisko kuģu piezemēšanai. Tie izgatavoti no īpašas kvalitātes auduma — nerūsējošā tērauda auduma.

Tehnikā ļoti plaši lieto hromētus izstrādājumus. Detaļas un izstrādājumus hromē elektrolītiskā ceļā. Lai gan uzklājamās plēves biezums bieži vien nepārsniedz 0,005 mm, hromētie izstrādājumi kļūst izturīgi pret ārējo faktoru (mitruma, gaisa) iedarbību un nerūsē.

No hroma oksīda pagatavo hroma ķieģeļus — hromomagnezītus, ko lieto metalurģisko krāšņu darbīgās telpas veidošanai, kā arī citās metalurģiskās iekārtās un ietaisēs.

Hroma savienojumi sastopami Rodēzijā (Dienvīdāfrikā), Grieķijā, Jaunkaledonijā (sala Klusajā okeānā Austrālijas tuvumā) un Urālos. Hroms pieskaitāms pie samērā plaši izplatītiem elementiem; tas sastāda 0,006% no kopējā zemes garozas atomu skaita. Daudziem minerāliem, tajā skaitā arī rubīnam un smaragdā, to īpatnējo krāsu noteic hroms, kas ietilpst tajos.

Hroms ir augu un dzīvnieku organismu pastāvīga sastāvdaļa. Asins sastāvā ir no 0,012 līdz 0,0035% hroma. Izrādās, ka arī augiem nepieciešams hroms (kā mikro-

mēslojums). Kazahijas Zemkopības zinātniski pētnieciskā institūta līdzstrādnieki konstatēja, ka šādu mēslojumu var iegūt no rūpnīcu ražošanas atkritumiem.

TĒRAUDA UN ČUGUNA PASTĀVĪGAIS PAVADONIS

25. Mangāns — Manganum (Mn)

Pazīstamais senās Romas dabaspētnieks un rakstnieks Plīnijs Vecākais norādīja uz kāda melna pulvera brīnišķīgo spēju dzidrināt stiklu. Vielu, no kuras, to samaļot, ieguva melno pulveri, no seniem laikiem sauca par piroluzītu; to uzskatīja par magnētiskās dzelzs rūdas paveidu. Par piroluzīta spēju spodrināt stiklu rakstīja 1540. g. arī Vanočo Biringučo. Patiesībā piroluzīts ir mangāna dioksīds. To pirmo reizi pierādīja zviedru ķīmiķis K. Šēle, bet otrs zviedrs J. Gāns 1774. g., izkvēlinot piroluzīta pulveri maisījumā ar kokogles pulveri, pirmo reizi ieguva līdz šim nezināmu metālu.

Mangāns ietilpst visu veidu tēraudos un čugunos. Mangāna spēju veidot sakausējumus ar lielāko daļu pazīstamo metālu izmanto, lai iegūtu ne vien dažādu šķirņu mangāna tēraudus, bet arī sakausējumus (manganīnus), kas nesatur dzelzi. No tiem it īpaši nozīmīgi ir mangāna sakausējumi ar varu (mangāna bronza). Tā, līdzīgi tēraudam, var rūdīties un tajā pašā laikā magnetizēties, lai gan ne mangānam, ne arī varam nepiemīt kaut cik manāmas magnētiskās īpašības.

Interesantas īpašības ir sakausējumam, kuru sauc par normālo manganīnu; tas satur 11—13% mangāna, 2,5—3% niķeļa, 86% vara un piemaisījumu (silīcija un dzelzs). Savas lielās elektropretestības dēļ sakausējums piemērots pretestības spolēm. Manganīna spēju mainīt pretestību atkarā no spiediena, kādā atrodas sakausējums, izmanto elektrisko manometru izgatavošanā. Tiešām, kā izmērīt, piemēram, 15—25—30 tūkst. atspiedienu? Neviens parastais manometrs nespēj izturēt šādu spiedienu. Šķidrums vai gāze ar eksplozijas spēku izlauzīsies cauri caurules sienām, lai cik izturīgas tās arī būtu. Šādos apstākļos manganīns ir neaizstājams. Izmērot elektrisko pretestību manganīnam, kas atrodas zem aprēķināmā spiediena, pēc iepriekš konstruēta grafika iespējams aprēķināt spiedienu

ar jebkuru precizitāti. Līdzīgas lietderīgas īpašības vēl lielākā mērā piemīt tā saucamajiem jaunajiem manganīna sakausējumiem, kuros ir līdz 60% tīra mangāna.

No mangāna savienojumiem, ko savā praktiskajā darbībā lieto cilvēks, jāmin mangāna dioksīds un kālija permanganāts. Mangāna dioksīdu izmanto Leklanšē galvaniskajos elementos, hlora iegūšanai un katalītisko maisījumu pagatavošanai (gāzmaskām). Bez tam to jau no seniem laikiem izmanto glazūru un emalju izgatavošanai. Kālija permanganātu plaši lieto medicīnā kā antiseptisku līdzekli (brūču apmazgāšanai, apdegumu ieziešanai u. c., kā arī kuņģa skalošanai, ja notikusi saindēšanās ar fosforu, alkaloīdiem un zilskābes sāļiem). Tāpat kālija permanganātu lieto ķīmijā arī analītiskiem pētījumiem, hlora, skābekļa u. c. iegūšanai.

Daba ir bagāta ar mangānu. Tā ir mazāk par dzelzi, bet vairāk par hromu. Mangāns ir apmēram tikpat izplatīts kā sērs vai fosfors. Bagātīgi mangāna krājumi atrodas Indijā, Brazīlijā, Rietumāfrikā un Dienvidāfrikā.

Pirmo vietu pasaulē pēc rūpniecībā izmantojamā mangāna rūdu krājuma ieņem Padomju Savienība. Bagātīgākās atradnes (piroluzīta) ir Gruzijā Čiaturas apkaimē, lieli mangāna rūdu krājumi ir arī Ukrainā. Urālos ir orleca jeb rodonīta atradnes; pēc sava sastāva rodonīts nav nekas cits kā mangāna un silīcijskābes sālis. Šomaigi sārtās krāsas (no tās cēlies rodonīta nosaukums; grieķu valodā ρόδος nozīmē «roze») minerālu bez sevišķām grūtībām var pulēt un bieži vien izmanto apdares darbos. Rodonīts, kā redzams, bija pazīstams jau senajā Krievzemē, kur to sauca par bakanu. Nekur citur rodonīts nav sastopams tik bagātīgi, turklāt tik skaists kā Urālos. Rodonīta izstrādājumi glabājas Ermitāžā un Pētera—Pāvila katedrālē Ļeņingradā, kā arī rotā Maskavas metro zāles. Metro stacijas «Majakovska laukums» kolonas rotā avenkrāsas rodonīta apmale.

Kļusā okeāna centrālās ieplakas dibenā stereoskopiskā zemūdens fotokamera «atklāja» mangāna konkrēcijas (gabalus), kuru šķērsriezums sasniedz 30 cm. Padomju okeanogrāfijas ekspedīcija un citi pētnieki konstatēja, ka uz katru okeāna dibena kvadrātmetru ir apmēram 10 kg šādu mangāna konkrēciju. Bet tā ir mangāna rūda, kas satur ļoti daudz niķeļa un kobalta. Uzskata, ka lielas mangāna atradnes veidojušas baktērijas.

Tīrs metāliskais mangāns ir cieta, bet trausla, pelēka viela ar sārtu nokrāsu. Mangāna blīvums ir no 7,2 līdz 7,4 g/cm³, bet kušanas temperatūra (1244°C) zemāka par dzelzs kušanas temperatūru. Gaisā, it īpaši, ja tas ir mitrs, mangānu pārklāj plāna oksīdu plēvīte. Mangāna īpašību aktīvi saistīties ar sēru, skābekli un fosforu izmanto stikla kausēšanā; mangāns attīra stiklu no sēra un fosfora savienojumiem. Nepieciešamās piedevas veidā mangāns, kā jau norādīts, ietilpst visu veidu tērauda un čuguna sastāvos.

Mangāns ir bioelements, kas necīgos daudzumos nepieciešams organismu normālai attīstībai. Daži augu un dzīvnieku organismi uzkrāj mangānu (rūsas sēnītes, jūras zāles un ūdensrieksti — līdz 1%). Visvairāk mangāna uzkrāj baktērijas (līdz vairākiem procentiem no sava svara). Cilvēka asinīs ir no 0,002 līdz 0,003 mg% mangāna. Organisma prasība pēc mangāna nepārsniedz 3—5 mg dienakti.

Visi mēģinājumi izaudzēt augus tādās augsnēs, kur nav mangāna vai arī kur mangāns aizstāts ar citiem elementiem, rezultātus nedeķa. Ar mangānu nabadzīgas ir kūdras un smilts augsnes. Trūkstot mangānam, augiem samazinās zaļās krāsas intensitāte, parādās plankumainība. Mūsu zemē augu slimības, kuru cēlonis ir mangāna nepietiekamība augsnē, nav izplatītas.

Mangāns un magnijs savus nosaukumus ieguvuši no vārda «magnēzijs». Tas izskaidrojams ar to, ka ilgu laiku piroluzītu pretstatā baltajam magnēzijam sauca par melno magnēziju. Pēc tam kad ieguva metālu tīrā veidā, mangānu pārdēvēja. Tā nosaukuma pamatā ir grieķu vārds *μαγνῶν* ζῆν «attīrīt» (jo senatnē to lietoja stikla atkrāsošanai). Daži pētnieki uzskata, ka elementa nosaukums cēlies no grieķu vārda *μαγνης*, kas tulkojumā nozīmē «magnēts», jo piroluzīts, no kura iegūst mangānu, senatnē tika uzskatīts par tās vielas atsevišķu paveidu, kuru tagad mēs saucam par magnētisko dzelzs rūdu — magnetītu.

VISPOPULĀRĀKAIS, VISIZPLATĪTĀKAIS

26. Dzelzs — Ferrum (Fe)

D. Mendelejeva periodiskajā sistēmā grūti atrast otru vielu, ar kuru vēl tik nesaraucjami būtu saistīta cilvēces vēsture kā ar dzelzi.

Cilvēka iepazīšanās ar dzelzi notika tāltālā senatnē. Tomēr, lai cik dīvaini tas arī būtu, pirmie dzelzs gabali, no kuriem pirmatnējie cilvēki izgatavoja dzelzs izstrādājumus, nebija no... mūsu planētas. Tā bija kosmiskā dzelzs, no kuras sastāv lielākā daļa meteorītu — mūžīgie klejotāji Visuma okeānā, kuri nejauši atraduši mājvietu uz mūsu planētas.

Par cilvēka iepazīšanos ar kosmisko dzelzi, starp citu, liecina tas, ka Grenlandes pamatiedzīvotājiem, kuriem nav nekāda priekšstata par dzelzs rūdu, ir naži, kas pagatavoti no dzelzs.

Pagāja daudz gadsimtu un tūkstošu, iekams cilvēks iemācījās iegūt dzelzi no dzelzs rūdām. Tagad nav iespējams noteikt, kad un kas ieguva no rūdas pirmo dzelzs lietni, bet dzelzs sirpja daļas, kas atrastas zem Karnakas sfinksas un ir apmēram 3000 gadus vecas, liecina, ka cilvēks dzelzi pazinis jau ļoti sen. Tikpat sen dzelzi no rūdas ieguva Āzijā (Ķīnā un Indijā), bet dzelzs izstrādājumi, kas atrasti senās Asīrijas kapenēs pie Horsabadas, liecina par senatnes metalurgu lielo meistarību.

Cilvēks, iepazīstoties ar dzelzi, augstu novērtēja tās īpašības, tālab vietās, kur dzelzs rūdu neatrada vai arī tā nebija zināma, dzelzs un dzelzs izstrādājumi bija visdārgākās preces.

Slavenais angļu jūras braucējs Džemss Kuks savu brīnumaino ceļojumu aprakstos, starp citu, stāsta arī, ka viņa apmeklēto Klusā okeāna salu iedzīvotājus nekas tā nevilināja pie viņa kuģiem kā dzelzs. «Dzelzs vienmēr viņiem ir bijusi viskārotākā un visdārgākā prece.»

Un, ja dzelzs kļuva par cilvēka praktiskās darbības galveno metālu, tad dzelzs ieguves avots — dzelzs rūdas, — kļūdamas par tās vai citas zemes lielāko bagātību, vienlaikus pārvērtās par strīda ābolu, kura dēļ bieži vien izcēlās asiņaini kari. Cilvēces vēsturē ir ne mazums lappušu, kas rakstītas ar cīņā par dzelzs rūdas atradņu iegūšanu bagātīgi lietajām asinīm.

Sajā cīņā, kas dažādos vēstures posmos noritējusi dažādu ideālu — gan nepatiesu un zemisku, gan augstu un



taisnīgu — vārdā, dzelzs vienmēr bija galvenais materiāls. No tās izgatavoja daudz un dažādu ieroču, lai . . . iznīcinātu cilvēkus.

Ne velti senatnes gudrie par dzelzs simbolu pārvērtā šķēpu un vairogu — kara dieva Marsa raksturīgos atribūtus. Patiesi, dzelzs uzticīgi un paklausīgi kalpoja Marsam!

So dzelzs padevību kara dievam raksturo dzelzs patēriņš pēdējos pagājušajos lielākajos karos. Tā, piemēram, pirmā pasaules kara laikā (1914.—1918.) Vācija vien šāviņos, bumbās, mīnās, granātās u. tml. ik gadus izlietoja 10 milj. tonnu metāla. No miljoniem tonnu rūdas iegūtas un par dažnedažādiem šāviņiem pārvērstas, simtiem tūkstošu tonnu dzelzs tika izsviestas kauju laukos nāvi nesošu šķembu veidā.

Dažudien karā tika izlietoti simtiem tūkstošu un pat . . . miljoni šāviņu. Tā, piemēram, 1917. g. angļi kaujās pie Arasas četrās dienās izlietoja 10 milj. šāviņu. Pie Verdenas cietokšņa Francijā vācu artilērija pārvērtā putekļos apmēram 3 milj. tonnu dzelzs.

Ne mazāk izšķērdīgi dzelzs bija patērēta Lielā Tēvijas kara laikā no 1941. līdz 1945. g. Lai spriestu par šī kara kaujās izlietotās dzelzs daudzumu, pietiek minēt dažus datus par vācu fašistu armijas zaudējumiem 1943. g. kampaņā laikā no 5. jūlija līdz 5. novembrim. Šajā laikā vācieši zaudēja 74 460 ložmetēju, 19 180 mīnmetēju, 19 800 lielgabalu, 17 750 tanku, no kuriem 800 bija sešdesmittonnīgie «Tīgeri» un «Panteras». Simtiem tūkstošu un miljoniem tonnu dzelzs bija izlietotas sagrāvei un nāvei.

Tomēr dzelzs nebūt nav tikai cīņa, karš un postīšana.

Pienācīgi novērtējis dzelzs augstās tehniskās īpašības, cilvēks pārvērtā to par savas darbības ievērojamāko materiālu, par mašīnbūvniecības, transporta un rūpniecības, kā arī ekonomiskā un tehniskā progresā pamatu. Jo nekas, itin nekas — sākot ar šujamo adatu, naglu, nazi un beidzot ar soļojošiem ekskavatoriem, dzelzceļa sliežu tiklu, Transatlantijas laineriem, visspēcīgākajiem blūmingiem un gigantiskām domnām, kuru ugunīgajās tilpnēs dzimst pati dzelzs, — nevar eksistēt bez dzelzs.

19. gadsimts bija pirmais dzelzs gadsimts. Un tā nav nejaušība, ka pazīstamais franču arhitekts, inženieris un daudzus celtnu, tiltu un viaduktu autors Gustavs Eifelis 1889. g. Parīzē Vispasaules izstādes laikā veltīja dzelzij

savdabīgu simfoniju — majestātisku torni, ko šodien pazīst visa pasaule. 300 metru augstumā tika paceltas 9000 tūnna metāla, sastingstot gaisā vieglās, graciozās līnijās kā 19. gs. tehnisko sasniegumu simbols.

Tātad daba ir bagāta ar dzelzi. Ar spektrālās analīzes metodēm astronomi ir atklājuši dzelzi daudzu tālo un tuvo zvaigžņu kvēlojošās atmosfērās. Dzelzs ir atklāta arī uz Saules.

604 meteorīti, kas atrasti uz zemes un par kuriem nav zināms, kad tie «piezemējušies», sastāv no dzelzs. Vislielākais no tiem — Hobas meteorīts (nosaukums dots pēc atrašanās vietas), kas atrasts 1920. g. Dienvidrietumāfrikā, sver 60 tūnna. Tā izmēri — $2,5 \times 2,5 \times 2$ m. Pēc izmēriem otrs dzelzs meteorīts Keipjorkā atrasts 1818. g. Grenlandē; tas sver 38,2 tūnna. Dzelzs meteorīts Bakubirito, kas vēl tagad atrodas savā nokrišanas vietā — Meksikā, sver 24,5 tūnna.

Vislielākais dzelzs meteorīts, kura nokrišanu izdevās novērot, atrodas mūsu zemē un glabājas Maskavā PSRS Zinātņu akadēmijas Meteorītu muzejā. Meteorīts, kritot 1916. g. 18. oktobrī Tālajos Austrumos Boguslavkas sādžas tuvumā, sadrupa. Divas šķembas, ko atrada speciāla ekspedīcija, sver 256 kg.

Tomēr zemes vēsturē ir zināmi gadījumi, kad zeme kļūvusi bagātāka ar vēl lielāku kosmiskās dzelzs daudzumu.

ASV Arizonas štatā augstā tuksnešainā plakankalnē vietējiem iedzīvotājiem indiāņiem izsenis bija zināms akmens valnis, kas platā lokā aptvēra kaļķakmens un smilšakmens cietajos slāņos izveidojušos milzīgu piltuvi. Piltuves diametrs sasniedz 1200 m, bet tās dibens, kas ir pilns akmens šķembu grēdām, atrodas 210—220 m no vaļņa malas. Navaho cilts indiāņi šo vietu sauc par «Velna grava» un no paaudzes uz paaudzi stāsta leģendu, ka šajā vietā sense nos laikos no debesīm uz zemes nolaidies ugunīgs gars.

«Velna grava» 1891. g. piesaistīja pētnieku uzmanību. Pēc divdesmit gadiem tie secināja, ka grava radusies, nokritot milzīgam meteorītam. To apstiprināja arī daudzās dzelzs šķembas, ko atrada piltuves apkaimē vairāku kilometru attālumā no tās. Šķembu svars svārstījās no dažiem desmitiem gramu līdz pat pustonnai.

«Velna gravas» meteorīts pēc speciālistu aprēķiniem ir svēris vairākus desmitus tūkstošus tonnu. Tas nokritis aizvēsturiskā laikmetā.

Tagad ir zināmi vairāki desmiti meteorītu krāteru, turklāt dažiem (ne vairāk par desmit) diametrs ir no 20 līdz 200 m. Starp citu, seši meteorītu krāteri atrodas mūsu zemē, Sāmsalā (Igaunijas PSR). Vislielākais no šiem krāteriem (tā diametrs 110 m) pildīts ar ūdeni.

Zemes dzelzs tīrradņi ir ļoti liels retums. Ļoti sīku ieslēgumu veidā tie atrasti bazaltos, Overņas vulkānu (Francijā) lavā, Grenlandes rietumpiekrastes tuvumā un netālu no Kaseles Vācijā.

Meteorītu dzelzs nav absolūti tīrs. Tā satur tādas piemaisījumus kā niķeli, kobaltu un citus elementus. Atsevišķu ķīmisko elementu izplatība meteorītos ir pakļauta tai pašai likumsakarībai, kāda pastāv uz zemes. Tas ir vēl viens spilgts Visuma materiālās vienības apstiprinājums. Vidēji dzelzs meteorīti satur 90% dzelzs, 8,5% niķeļa, 0,5% kobalta un līdz 1% citu elementu (fosfora, sēra, oglekļa, hroma un vara). Meteorītos ir atklāts arī zelts (līdz 0,0004%) un radioaktīvie elementi (urāns, rādijs un torijs). Pēdējie, ietilpstot meteorītos ļoti niecīgos daudzumos, tomēr ir savdabīga meteorītu «dzimšanas apliecība», pēc kuras var uzzināt kosmisko viesu vecumu. Izrādījās, ka tas ir ļoti liels — dzelzs meteorīti ir zemes garozas laikabiedri. Vecākajiem no tiem ir 2800 milj. gadu.

Meteorītu dzelzs no zemes dzelzs atšķiras ar dažām īpašībām. Tā, piemēram, meteorītu dzelzs kaldinās tikai aukstā stāvoklī. Pirmie to uzzināja Horasānas sultāna ieroču meistari 1009. gadā, kad viņi no meteorītu dzelzs nespēja pēc parastā paņēmiena izkalt saviem pavēlniekiem zobenu. Karstā stāvoklī meteorītu dzelzs nekalās, bet sadrupa sīkos gabalos. Veiksmīgāks šajā ziņā izrādījās krievu cars Aleksandrs II, kurš, tāpat kā Horasānas sultāns, pavēlēja sev izkalt šķēpu no debesu dzelzs, nelietojot zemes uguni.

Arī meteorītu dzelzs iekšējā struktūra atšķiras no zemes dzelzs iekšējās struktūras. Iedarbojoties ar skābēm uz pulētas meteorītu dzelzs virsmu, uz tās kļūst redzams raksturīgs raksts, kas atgādina sala rakstus uz logu stikliem.

Par godu pētniekam Vidmanšetam, kas pirmais tos novēroja, šos zīmējumus nosauca par Vidmanšeta figūrām. Pēc tām var nekļūdīgi atšķirt meteorītu dzelzi no zemes dzelzs, kas izkausēta no rūdas vai iegūta tīrradņu veidā.

No dzelzs, kā redzams, sastāv arī zemes iekšējais kodols. Ja būtu iespējams novērot zemi šķērsgriezumā, rau-

goties uz to no malas, tad, kā apgalvo ģeofiziķi, nebūtu grūti pamanīt, ka zemes centrālā daļa, kuras rādiuss ir 3450 km, t. i., par 250 km lielāks nekā zemes rādiusa puse, krasi atšķiras no šīs daļas nosedzošajiem ārējiem slāņiem, ko sauc par zemes mantiju.

Pamatojoties uz pārlicinošiem pierādījumiem, uzskata, ka zemes kodols sastāv no dzelzs (90%), niķeļa un kobalta (10%). Virs zemes dzelzs kodola gulošie slāņi ar savu svaru saspiež kodolu līdz 11 g/cm³ lielam blīvumam, lai gan parastos apstākļos dzelzs blīvums ir 7,87 g/cm³. Zemes kodols atrodas šķidrā stāvoklī, tomēr tās iekšējai daļai ir cieta ķermeņa īpašības.

Arī mantija, kas sedz zemes dzelzs kodolu, satur dzelzi. Tomēr mantijas nozīmīgākie elementi ir skābeklis, magnijs un silīcijs; dzelzs tajā pēc daudzuma ieņem ceturto vietu.

Mantijas ārējo daļu, kas segta ar ļoti plānu čaulu, kura pēc sava ķīmiskā sastāva atšķiras no pārējās mantijas daļas, sauc par zemes garozu. Dalījuma robeža starp garozu un pārējo mantijas daļu ir vieta, kur krasi mainās seismisko viļņu izplatīšanās ātrums. Šī robeža, ko 1909. g. atklāja horvatu zinātnieks A. Mohorovičičs, dažādos zemes rajonos atrodas dažādos dziļumos. Vidēji tās dziļums zem kontinentiem ir 30 km, bet zem okeāniem — 10 km. Šī robeža, ko tagad sauc par Mohorovičiča (vai vienkārši par Moho) pārtraukuma robežu, atdala no mantijas zemes ārējo slāni, kura sastāvā pēc svara ir līdz 5% dzelzs.

No dzelzs sastāv arī citu Saules sistēmas planētu kodoli. It īpaši daudz dzelzs ir uz Saulei tuvākās planētas — Merkurija, kur dzelzs pēc svara un izplatības ieņem pirmo vietu citu ķīmisko elementu vidū.

Uz zemes virsmas dzelzs ir atrodama visur — gandrīz visos kalnu iežos, smiltīs un mālā, galvenokārt skābekļa savienojumu veidā; tos sauc par dzelzs rūdām.

Jāsaka, ka dzelzs savienojumiem dabas paletē ir viskošākās un spilgtākās krāsas. Blāvi dzeltenā, spilgti dzeltenā, gaišbrūnā, brūngansarkanā, spilgti sarkanā, sārtā, gaišpelēkā, gaišzaļā krāsā un citās nokrāsās šie savienojumi sastopami neatkārtojamajās Lejas Pievolgas Stolbiču nogāzēs, Volgas un Kamas krastu kraujās, kā arī pazīstamajos dzeltenajos, zilajos un sarkanajos Kislovodskas «akmeņos» un dabas veidotajos unikālajos mākslas darbos Lielā Bogdo kalnā. Nav nejaušība, ka spilgtās dzelzs krāsas piesaistīja cilvēka uzmanību jau akmens laikmetā.

Par to liecina pirmatnējo mākslinieku zīmējumi, kas saglabājušies uz alu sienām līdz pat mūsu dienām.

Tomēr arī tagad krāsainos dzelzs savienojumus, ko sauc par dzelzs okeru, dzelzs miniju un umbru, kā arī citas minerālkrāsas ne vien plaši lieto dažādās dzīves saimnieciskajās jomās, bet tie ieņem arī pienācīgu vietu mākslinieku paletēs.

Dažās vietās dzelzs rūda koncentrējusies varenos uzkrājumos; tā, piemēram, Urālos no dzelzs rūdas sastāv veseli kalni — Bakans, Visokajas, Magnitnajas kalns u. c.

Ar dzelzs rūdu koncentrāciju Krievijas līdzenuma vidusdaļas teritorijā saistīta zemes magnētisma anomālija, kuru 1781.—1785. g. pirmais atklāja krievu astronoms Pēteris Inohodcevs. Vairāk nekā simt gadu anomālija, lai gan bija fenomenāla, nesaistīja zinātnieku interesi. Tiešām bija par ko brīnīties — šajā vietā magnēta adata nenostājās vis ziemeļu—dienvidu, bet gan austrumu—rietumu virzienā.

Izcilais zinātnieks, fiziķis un matemātiķis Ernsts Leists pēc rūpīgiem anomālijas pētījumiem Kurskas guberņas teritorijā 1897. g. secināja, ka magnēta adatas dīvainās uzvedības cēlonis «... ir bagātīgi dzelzs rūdas krājumi, kas atrodas zemes dziļēs». Pēc Leista aprēķiniem Kurskas guberņas teritorijā ir vismaz 200 miljardi pudu (3,2 milj. tonnu) dzelzs rūdas!

1897.—1899. g. bija krievu metalurģiskās rūpniecības pastiprinātas attīstības periods Krievijas dienvidos. Šajā laika posmā Kurskas guberņā plosījās «dzelzs drudzis». Vēsts par to, ka «zinātne» Kurskas zemē atradusi 200 miljardus pudu magnētiskās dzelzs, spārnoja panīkušos Kurskas muižniekus; kā rakstīja tā laika avīzes, muižniecībā radās jauna anomālija — psihiskā anomālija. Tiešām, daži zemes īpašnieki, cerēdami drīzumā kļūt bagāti, pārdodot rūdu, kas atradās zem viņu kājām, sāka dzīvot tik izšķēdīgi, ka drīz vien pilnīgi izputēja un beidza savu dzīvi psihiatriskajās slimnīcās. Viens no viņiem slimību vēsture kļuva ievērojams ar to, ka, aizvests uz slimnīcu, visu laiku krita uz grīdas (pārliecināts par to, ka viņu pievelk dzelzs rūdas pazudinošā pievilksanas spēka).

1898. gadā līdz 200 m dziļumam izdarītie urbumi... nevainagojās panākumiem. Laikraksti un žurnāli, noliedzot, ka magnētiskās anomālijas cēlonis ir rūdas krā-

jumi, sāka rakstīt par Leista «klūdām». Daži speciālisti par anomālijas cēloni sāka pat uzskatīt «zemes strāvas»...

V. I. Leņins, kas jau sen interesējās par Kurskas magnētisko anomāliju (KMA), 1920. g. 24. augustā parakstīja lēmumu par izlūkošanas urbšanas darbu izvēršanu Kurskas magnētiskās anomālijas rajonā. 1923. g. urbumā Kurskas apgabala Ščigru pilsētas rajonā sasniedza dzelzs rūdas slāņus.

Tagad ir zināms, ka pēc teritorijas un rūdas krājumiem Kurskas magnētiskā anomālija ir lielākā un bagātākā dzelzs rūdas atradne pasaulē. Bagāto dzelzs rūdu (tajās ir 50—70% dzelzs) kopējie krājumi Kurskas magnētiskajā anomālijā sasniedz 40 miljardus tonnu! Nabadzīgāko dzelzs rūdu (dzelzs kvarcīti ar 30—35% dzelzs) krājumi praktiski nav izsmejami un sasniedz 10 triljonus tonnu!

Tagad Kurskas magnētiskajā anomālijā dzelzs rūdu iegūst gan pazemes raktuvēs (Gubkina raktuves, Dienvidkorobkovas raktuves u. c.), gan arī atklātos karjeros (Mihaïlovskas atradne Kurskas apgabalā, Lebedinskas atradne Belgorodas apgabalā u. c.).

Dzelzs savienojumi viscaur ir izklīdēti arī augsnēs, un tiem ir milzīga nozīme augu, dzīvnieku un cilvēku dzīvē.

Ietilpstot asins krāsvielas hemoglobīna sastāvā, dzelzs ne vien nosaka asins krāsu, bet arī asins galveno funkciju — elpojot plaušās iekļuvušā skābekļa pārvešanu uz visiem organisma orgāniem, audiem un šūnām. Arī dzīvnieku un cilvēka organismos, tāpat kā dabā, dzelzs ir atrodama «visur»; pat tādos veidojumos kā acs lēcā un radzenē, kuros nemaz nav asinsvadu, ir dzelzs. Pieauguša cilvēka organismā ir 4 g dzelzs, no kuriem 75% ietilpst hemoglobīnā. Visbagātākās ar dzelzi ir aknas un liesa.

Ir daudzi organismi, kuriem nav hemoglobīna, tomēr arī tajos ir dzelzs. Tā ietilpst protoplazmas sastāvā, kurā ar dzelzs līdzdalību noris šūnu iekšējā elpošana.

Dzelzs nepieciešama arī augiem. Tā piedalās protoplazmas oksidēšanās procesos, augu elpošanā, kā arī hlorofila veidošanā, lai gan pati neietilpst tā sastāvā. Ja augiem mākslīgi atņem dzelzi, lapas zaudē krāsu, bet, pievienojot ūdenim, ar kuru barojas augi, ļoti niecīgu daudzumu dzelzs sāļu, lapas drīz vien kļūst atkal zaļas.

Dzelzij ir liela loma arī mikroorganismu dzīvē. Saldūdeņos mājo mikroorganismi, kam dzelzs savienojumi ir

savdabīgs organisko vielu sintēzei nepieciešamās enerģijas avots. Šī enerģija izdalās, divvērtīgajai dzelzij, kas ietilpst apkārtējā ūdens sastāvā, oksidējoties par trīsvērtīgo. Reakcijas galīgais produkts ir dzelzs hidroksīds, kas savdabīga apvalka veidā nogulsņējas ap mikroorganismiem. Purvos un seklos saldūdens baseinos ar vāji tekošu vai pilnīgi stāvošu ūdeni bieži vien var redzēt brūnas dzelzs hidroksīda pārslas — bojā gājušo mikroorganismu koloniju dzelzs pārsegus. Lai radītu 1 g organisko vielu masu, šīs baktērijas izdala vairāk nekā 400 g dzelzs hidroksīda. Ievērojot visu dzelzs baktēriju masu, kas mājo seklās saldūdens krātuvēs, un grūti aptveramos laika periodus, kuros turpinās šo baktēriju neskaitāmo paaudžu dzīve, kļūst saprotama to loma dzelzs rūdu krājumu veidošanā.

Dzelzs nozīmi organisma dzīvības procesos novērtēja jau sen, un tikpat sen dzelzs savienojumus sāka lietot, ārstējot mazasinību, vārgumu, spēka zudumu u. c. slimības.

Ķīmiski tīra dzelzs ir sidraboti pelēks, spīdošs, plastisks metāls, kas pēc ārējā skata ir ļoti līdzīgs platinam.

Tīra dzelzs ir noturīga pret koroziju un labi pretojas skābju iedarbībai. Tomēr visniecīgākie piemaisījumi laupa dzelzij šīs vērtīgās īpašības, un korozija katru gadu iznīcina gandrīz vienu ceturto daļu no kopējā ik gadus iegūtā dzelzs daudzuma. Dzelzs blīvums (ja temperatūra ir 20°C) ir 7,87 g/cm³. Temperatūrai sasniedzot 1539°C, dzelzs kūst, veidojot šķidrumu, kura blīvums ir 6,9 g/cm³. Dzelzs virst, ja temperatūra ir 3000° C. No visiem citiem metāliem dzelzs atšķiras ar neparasto magnetizēšanās spēju. Tomēr, viegli magnetizējoties, dzelzs tikpat viegli arī atmagnetizējas; šīs īpašības dēļ dzelzi lieto dažādās elektrotehnikas nozarēs.

Dzelzs nosaukums cēlies no sanskritu vārda, kas tulkojumā nozīmē metāls, rūda. Dzelzs ķīmiskais simbols (Fe) un zinātniskais nosaukums cēlies no latīņu vārda *ferrum* «dzelzs».

BRINIŠĶĪGO SAKAUSĒJUMU METĀLS

27. Kobalts — Cobaltum (Co)

Reiz Sverdlovskas ārsts speciālists ausu, deguna un kakla slimībās V. Brodovskis ieradās PSRS Zinātņu akadēmijas Urālu filiāles Metālu fizikas institūtā ar nepa-

rastu lūgumu. Vajadzēja steidzoši pagatavot vairākus spēcīgus pastāvīgus magnētus garas un izturīgas stieples veidā. Šāds magnēts ārstam bija vajadzīgs, lai glābtu dzīvību mazam pacientam, kura bronhā bija iedūrusies nagla. Mēģinājums izņemt naglu ar bronhoskopu nebija izdevies. Nagla atradās dziļi bronha sienā; saņemt tās galviņu ar speciālām knaiblēm nebija iespējams. Pēc dažām stundām magnētisko sakausējumu laboratorijā no speciāla materiāla bija izgatavoti spēcīgi magnēti, ar kuriem izvilkta naglu. Bērna dzīvība bija glābta. Minētais gadījums aprakstīts žurnālā «Ogoņok» (1957. g. 7. nr.).

Speciālais sakausējums, no kura izgatavoja magnētu, saturēja vienu no interesantākajiem metāliem — kobaltu. Šo metālu izmanto, lai izgatavotu sakausējumus, kuriem piemīt visdažādākās un patiesi brīnišķīgas īpašības. Tā, piemēram, no kobalta tēraudiem, kas satur līdz 16% kobalta, 5,5—8,5% hroma un 1% oglekļa, izgatavo pastāvīgos magnētus. Kobalta un dzelzs sakausējumiem magnētiskajā laukā ar spriegumu virs 6 erstediem ir vislielākās magnetizēšanas spējas. Šādos sakausējumos ir līdz 35% kobalta. Tiesa, pēdējos gados atrasti daudzi lētāki niķeļa un alumīnija sakausējumi, kuriem arī piemīt magnētiskas īpašības.

Sakausējumiem pievienojot kobaltu, tie kļūst karstum- un skābjizturīgi, ķīmiski inerti un superizturīgi. Tā, piemēram, stellīta sakausējumam, kas satur 45—60% kobalta, 20—35% hroma, 15—20% volframa un 1—3% dzelzs, piemīt ļoti liela cietība; šādus sakausējumus uzmetina griezējinstrumentiem — griežņiem, urbjiem, kaltiem utt., lai palielinātu to cietību un spēju pretoties korozijai. Supercietie sakausējumi (pobedīts u. c.), kas satur no 78 līdz 90% volframa, no 5 līdz 6% oglekļa un no 6 līdz 10% kobalta, ir ar kobaltu sacementējušies volframa karbīdi, kuri savu cietību nezaudē pat tad, ja temperatūra sasniedz 900—1000°C.

Augstās temperatūrās ne vien instrumentu ātrgriezēj-tērauds, bet arī pats stellīts lielā mērā zaudē savu cietību. Supercietie sakausējumi ļauj ieviest metāla apstrādē milzīgus ātrumus; tas nav iespējams, ja sakausējumi nesatur kobaltu. T. s. kovaram, kura lineārās izplešanās koeficients ir tāds pats kā stiklam, piemīt liela noturība pret dzīvsudraba tvaiku iedarbību. Šī īpašība dod iespēju ielodēt kovaru stiklā; tam ir ļoti svarīga nozīme elektro-

aparātūras, radioaparātūras un jaunu gaismas avotu izgatavošanā.

Dabā kobalts sastopams galvenokārt savienojumu veidā vairākos minerālos. Šos savienojumus var iedalīt trijās grupās: arsēna-kobalta savienojumos, sēra savienojumos un oksīdu savienojumos. No pirmajiem visizplatītākais ir smaltīts (kobalta savienojums ar arsēnu), otrajā grupā ietilpst pirīti (dzelzs un sēra savienojums ar kobalta piemaisījumu), bet trešo grupu pārstāv t. s. asbolāni. Rūdās kobalta daudzums nepārsniedz 1—2%. Kobalts sastāda 0,004% no kopējā zemes garozas atomu skaita.

Tīrā veidā kobalts ir valkans, kaļams, pēc ārējā izskata dzelzij līdzīgs balts metāls ar sarkanīgu nokrāsu; pret ūdens, gaisa un skābju iedarbību kobalts ir daudz noturīgāks nekā dzelzs.

Kobaltam ir liela nozīme bioloģiskos procesos. Ja augu vai dzīvnieku audos nav kobalta, rodas nopietni traucējumi to dzīvības procesu norisē. Augi kobaltu iegūst no augsnes, kur tas atrodams mikroskopiskos daudzumos.

Kobalts ietilpst arī B₁₂ vitamīna sastāvā. Tajā ir apmēram 4% kobalta. B₁₂ vitamīns ir vienīgais vitamīns, kurā ir metāls. Šī vitamīna bioloģiskā loma ir ļoti liela. Trūkstot B₁₂ vitamīnam, attīstās ļaundabīgā mazasinība. Ja mājdzīvnieku organismā šā vitamīna trūkst, tie saslimst ar īpašas formas anēmiju, kuru var izārstēt, barībai pievienojot kobalta sāļus.

Tagad B₁₂ vitamīnu lieto ne vien ļaundabīgās mazasinības, bet arī daudzu citu slimību (astmas, neiralģijas, muguras smadzeņu izžūšanas u. c.) ārstēšanai.

Pēdējā laikā kobalta izotopu (⁶⁰Co) izmanto medicīnā kā rādija aizstājēju. Kodolreaktorā apstarojot metālisko kobaltu ar neitroniem, iegūst radioaktīvo kobaltu, kura aktivitāte atbilst simtu un tūkstošu gramu rādija aktivitātei (pavisam pasaulē ir iegūts ne vairāk kā 1000 g rādija). Pieredze radioaktīvā kobalta lietošanā liecina, ka ārstnieciskiem nolūkiem kobalts ir daudz piemērotāks nekā rādiji. Radioaktīvais kobalts dod pēc enerģijas daudz vienīgāku γ -starojumu; kobalta β -stari vieglāk absorbējami nekā rādija stari. Tāpēc, ārstējot ar kobaltu, gūti labāki panākumi, nekā ārstējot ar rādiju. Radioaktīvais kobalts sabrūk samērā lēni. Tā aktivitāte uz pusi samazinās tikai pēc pieciem gadiem un 109,5 dienām.

Interesantā veidā kobaltu-60 pēdējā laikā izmanto ASV cīņai pret kukaiņiem, it īpaši pret mušām. Šajā nolūkā dabisko mušu populāciju¹ papildina ar vīriešu kārtas sterilām mušām, kas, izmantojot radioaktīvo kobaltu, izaudzētas speciālās . . . mušu fabrikās!

Sī oriģinālā mušu apkarošanas paņēmiena būtība ir šāda. Mušu fabrikā, kas ir liela divstāvu ēka, trīs miljoni parasto mušu «ražo» kāpurus, kurus tur attiecīgos apstākļos, kamēr tie nobriest.

Divas dienas pirms pieaugušu mušu veidošanās kāpurus 12—14 minūtes apstaro ar kobaltu-60, kas ievietots speciālos apstarotājos. Piedzimušās vīriešu kārtas mušas kļūst sterilas. Fabrika ik dienas ražo 10 milj. mušu, kuras no lidmašīnām izmet attiecīgos rajonos, rēķinot uz katru kvadrātkilometru 100—800 sterilas vīriešu kārtas mušas. Pēc sterflo tēviņu pārošanās ar dabiskās populācijas mātītēm oļiņas, ko izdēj pēdējās, neattīstās; mušu dabiskā populācija vairs netiek papildināta un ātri iznīkst.

Nosaukumu «kobalts» lieto kopš 15. gadsimta beigām, tā pamatā vācu vārds *Kobold*, kas tulkojumā nozīmē «rūķītis», «kalnu gars»; pēc ticējuma koboldi mājājuši kalnos un kaitējuši rūdu racējiem. Kobalts dabā sastopams arsēna rūdās, no kurām apdedzināšanas ceļā nevar iegūt tīru kobaltu, jo šo savienojumu metāls apdedzināšanas laikā pārvēršas par oksīdiem. Tā kā rūdu racēji viduslaikos rūdu, kas apdedzināšanā nedeva metālu, uzskatīja par ļaunā gara — kobolda darinājumu, tad arī nenotveramo metālu, kas atradās šajās rūdās, nosauca par «koboldu». Vēlāk pēc citas tehnoloģijas tomēr izdevās atdalīt no šīm rūdām metālu, kuru tad arī tāpat nosauca šai vārdā.

NEISTAIS VARŠ

28. Niķelis — Nicolum (Ni)

1751. g. zviedru mineralogs un ķīmiķis A. Kronštets (1702.—1762.) ieguva metālu, ko nosauca par niķeli. Nosaukuma vēsture ir šāda. Jau 17. gadsimtā bija pazīstams niķeļa arsenīds, ko uzskatīja par vara rūdu. Pēc nesekmīgiem mēģinājumiem iegūt no šī savienojuma varu to ne-

¹ Populācija — vienas sugas un vienas kārtas individu koncentrācija.

vēriģi nosauca par kaparniķeli (Kupfernichel), kas cēlies no vācu vārda *Kupfer* «varš» un *Nickel* «niķiģs kalnu ģariņš». Kronštets, ieguvis no šis rūdas metālu, izman-toja tā apzīmēšanai vecā nosaukuma otro daļu.¹

Brīvā stāvoklī niķelis sastopams meteoritos. Tomēr ne-reti meteorītos niķelis veido sakausējumus ar dzelzi; sakausējumos niķeļa daudzums svārstās no 5 līdz 50%.

Zemē niķelis ģandrīz vienmēr sastopams kopā ar ko-baltu, ģalvenokārt maisījuma veidā sakausējumos ar ar-sēnu un kobaltu (nikolīts), ar arsēnu un sēru (niķeļa spī-dums) un ar dzelzi un sēru (pentlandīts), kā arī savieno-jumā ar citiem elementiem. Vislielākās niķeļa atradnes ir Kanādā un Jaunkaledonijā. Padomju Savienība ieņem vadošo vietu pasaulē pēc izpētītām niķeļa rezervēm. Pa-domju Savienībā niķeļa atradnes ir Urālos, Krasnojarskas novadā un Kolas pussalā.

Lai ģan Urālu atradnes bija jau zināmas ilgi pirms Oktobra revolūcijas, tomēr cariskajā Krievijā jautājums par niķeļa ražošanu nebija atrisināts. Niķeli ievada no ārzemēm. Pirmo niķeļa rūpnīcu Padomju Savienībā no-deva ekspluatācijā 1934. ģ.

No dabiskām rūdām ir ģrūti iegūt tīru niķeli. It īpaši ģrūti tas ir tad, ja niķeļa rūdās ietilpst arī kobalts.

Tīrs niķelis ir sidraboti balts metāls ar vieģli brūģanu nokrāsu; tāpat kā kobalts, tas ir vieģli kaģams un pulējams.

Niķeli lieto, lai pasargātu metālus no oksidēģšanās. Šinī nolūkā elektrolitiskā ceģā uz aizsargājamā metāla virsmas plānas plēvītes veidā, kuras bieģums ir 10—30 μ, uzklāj niķeli (procesu sauc par niķelēģšanu). Pārklājumus šādi uz-klātā niķeļa porainības dēģ izģatavo vairākkārtģigus ar vara starpslāņiem. Parasti pēdēģjam niķeļa slānim deķora-tīvos nolūkos un labākas mehāģniskās izturības dēģ uzklāj 1 μ bieģu hroma kārtu. Tādi niķelēģti priekģšmeti kā tēģkan-nas un patvāri, kā arī tramvaju, autobusu un metro margas un rokturi ir pazģstami ikvienam. Niķelē arī automobiģu detaģas, ķirurgģskos instrumentus un daģādus aparātus.

Pagājuģšā ģadsimta pirmajā pusē niķeli ieguva samērā maz un tas bija ļoti dāģrs. Tāpēc to uzskatģja par juvelier-izstrādājumu metālu. Vēģāk niķeli sāķa pievienot tērauda

¹ Vārds «Nickel» ienācis no Harca kalnraču «valodas». Kalnrači rokot uzdūruģies uz minerāla, no kura par spīti tā vara krāsai neva-rēja iegūt varu, un tāpēc nieģģģi nosauķa to par niķeli. — *Tulk. red.*

bronzai. Daudzus gadus tā bija niķeļa izmantošanas galvenā sfēra.

Tagad turpreti niķeļa izmantošanas galvenā joma ir dažādu sakausējumu iegūšana; sakausējumiem piemīt vairākas ļoti vērtīgas īpašības (karstumizturība, pretkorozijas spēja, liela elektropretestība utt.).

Eiropā 19. gs. vienu no niķeļa sakausējumiem sāka saukt par jaunsudrabu (alpakū). Šim niķeļa (13,5—16,5%) sakausējumam ar varu (61,5—68,5%) un cinku (18—22%) vairākas īpašības tiešām ir līdzīgas sudraba īpašībām. No šāda sakausējuma izgatavo aparātus, medicīnas instrumentus un galda piederumus (tējkannas, patvārus, nažus, dakšīņas utt.), kā arī mašīnu detaļas (krānus, ventiļus u. c.).

Niķeļa sakausējumu ar varu (līdz 70%) sauc par nikelīnu. Tam piemīt liela elektriskā pretestība, tāpēc šo sakausējumu izmanto reostatu, etalonpretestību un citu elektrotehnikas aparātu izgatavošanai. Niķeļa (60—80%), hroma (10—25%), dzelzs un mangāna sakausējumu (nihromu), kam piemīt liela elektriskā pretestība un liela karstumizturība, izmanto dažādu elektrisko sildaparātu (plītiņu, gludekļu, ūdens sildītāju u. c.) spirāļu izgatavošanai.

Dažās valstīs no niķeļa (25%) un vara (75%) sakausējuma izgatavo sīknaudas monētas.

Sakausējumam (monētmetālam), kas sastāv no niķeļa (68%), vara (28%), dzelzs (2,5%) un mangāna (1,5%), ir liela ķīmiskā stabilitāte; pēdējā laikā sakausējumam vēl pievieno 3% alumīnija, kas paaugstina sakausējuma izturību 1,5 reizes; no tā izgatavo visdažādāko aparatūru ķīmiskajai rūpniecībai, to izmanto arī kuģu būvniecībā, elektrotehnikā un krāsvielu rūpniecībā.

Niķeļa sakausējumu ar dzelzi sauc par invāru (nemainīgo); tam ir raksturīgs ārkārtīgi niecīgs termiskās izplešanās koeficients (10 reizes mazāks nekā dzelzij). Sakausējumu lieto precīzu mēraparātu (svārstu, garuma mēru utt.) izgatavošanai.

Sakausējumam platinītam, kas sastāv no niķeļa un tehniski tīras dzelzs, ir tāds pats termiskās izplešanās



koeficients kā platīnam un stiklam. Tāpēc no tā izgatavo visdažādākās detaļas, ko ielodē stiklā (šļircēs, elektrisko spuldžu detaļas, ķīmiskās aparatūras daļas utt.).

Niķelis, tāpat kā hroms un alumīnijs, ir viens no tiem elementiem, kas piešķir tēraudam īpašu izturību pret korozijas iedarbību. Šādu tēraudu sauc par nerūsējošo. Nerūsējošo tēraudu, kura sastāvā bez niķeļa (8—11%) ir arī hroms (16—20%), sauc par hromniķeļa tēraudu. To plaši lieto jūras kuģu būvniecībā, jo šis tērauds ir īpaši noturīgs pret jūras ūdens iedarbību. Šo tēraudu izmanto arī monumentālu celtnu būvniecībā. Pirmo reizi šajā nolūkā hromniķeļa tērauds izmantots varenajā skulptūrā «Strādnieks un kolhozniece» (augstums 25 m), kas greznoja padomju paviljonu Vispasaules izstādē Parīzē (1937. g.), bet tagad paceļas Maskavā pie ieejas Vissavienības Tautas saimniecības sasniedzumu izstādē.

Niķeltēraudi, kas satur līdz 25% niķeļa, nav magnētiski. Tāpēc šādu tēraudu izmanto aparātu (piemēram, kompasu korpusu), kā arī karakuģu nemagnētisko bruņu izgatavošanai.

Sīki sadrupinātā stāvoklī niķelim ir liela katalītiskā aktivitāte. Tīru niķeli lieto laboratorijas ķīmisko trauku (tīģeļu u. c.) pagatavošanai un pārtikas rūpniecībā.

No niķeļa savienojumiem svarīga praktiska nozīme ir niķeļa oksīdam, ko izmanto sārma akumulatoru izgatavošanai. Lai gan šiem akumulatoriem, salīdzinot ar svina akumulatoriem, ir mazāks elektrodzinēj spēks (1,4 V), toties pirmie ir daudz vieglāki, tiem ir daudz ilgāks darbības laiks un tie ir ērtāki ekspluatācijā.

VIENS NO VIŠENĀKAJIEM UN VIŠDERĪGĀKAJIEM

29. Varš — Cuprum (Cu)

Šķiet, ka cilvēka pirmā iepazīšanās ar varu notikusi aizvēsturiskajos laikmetos. Dabā varš dažkārt sastopams kā tīrradnis atsevišķu kristālu, nelielu vai lielu gabalu veidā. Vislielākais vara tīrradnis, kāds jebkad ir atrasts, svēra 420 tonnas. Interesanti atzīmēt, ka lieliem vara tīrradņiem, kas atrasti senatnē, izvirzītās daļas dažkārt aptēstas ar ... akmens cirvjiem. Nav grūti iedomāties, cik milzīga piepūle bija vajadzīga pirmatnējiem cilvēkiem šīs operācijas veik-

šanai. Kā zināms, cilvēks vispirms sāka izmantot akmeni, iemācīdamies no tā izgatavot pirmos darba rīkus, to skaitā arī akmens cirvi. Ar akmens cirvi, iespējams, vēlāk izgatavoja... vara cirvi. Tādā veidā varš kļuva par vienu no pirmajiem metāliem, kuru cilvēks sāka izmantot savā apzinīgajā darbībā. Varš bija labi pazīstams aizvēsturisko laiku cilvēkiem, kas apdzīvoja Ziemeļamerikas rajonus. Tur Hudzona jūras līča piekrastē un Augšezera krastos atrada lielus vara tīrādņus, ko apstrādāja ar auksto paņēmienu. Šādu vara apstrādes paņēmienu izmantoja indiāņi līdz Kolumba laikiem.



Tomēr vara tīrādņi ir sastopami reti, un jau vairākus gadu tūkstošus pirms mūsu ēras cilvēks atklāja paņēmienu, kā iegūt varu no vara rūdas. Ēģiptieši, piemēram, varu pazina jau pirmo faraonu laikā, apmēram 4000 gadus pirms mūsu ēras. Varu ieguva no Sinaja pussalas vara rūdas, galvenokārt no malahīta (malahīts — bāziskais vara karbonāts, satur 57% vara). Sirmā senatnē vara rūdas bija arī pazīstamas Kīpras salā Vidusjūrā. Zinātnieki uzskata, ka vara zinātniskā nosaukuma *cuprum* pamatā Kīpras salas vārds; salā atradušās fēniķiešu vara raktuves. Romieši šais raktuvēs iegūto metālu sauca par *aes cyprium*, no šī nosaukuma vēlāk izveidojies vara tagadējais nosaukums *cuprum*.

Senie vara šķēpi atrasti arī Eiropas centrā Austrijā (Miterbergā). Turpat atrasti arī akmens rīki, ar kuru palīdzību šķēpi izgatavoti. Tāpēc daži zinātnieki uzskata, ka vara laikmets nav pastāvīga kultūras ēra starp akmens un bronzas laikmetiem, bet gan tikai akmens laikmeta turpinājums, kurā līdzās akmenim izmantoja arī varu. Mūsu zemē senatnē ne visai bagātas vara atradnes bijušas tagadējā Donbasa rajonā un tagad applūdinātajās Dņepras krācēs. Senslāvu senči, kas dzīvoja Piedņeprā un Donas baseinā, no vara izgatavoja ieročus, rotājumus un mājturības priekšmetus.

Padomju Savienībā vara atradnes ir Urālos. Vara rūpniecisko atradņu atklāšana Krievijā ir saistīta ar Nikitas Demidova, pazīstamā rūpnieka un dzimtbūšanas aizstāvju dinastijas pamatlicēja, vārdu. Par to, starp citu, stāsta uzraksts uz milzīga saliekama vara galda, kas glabājas Nižņijtagilas muzejā. Šis uzraksts vēstī: «Šo pirmo varu Krievijā saskaņā ar lielā Valdnieka un Imperatora Pētera Pirmā rīkojumu 1702., 1706. un 1709. gadā atrada Sibīrijā Nikita Demidovs, bet no šī vara pirmā kausējuma 1715. gadā izgatavots šis galds.» Vara apzīmējums krievu valodā медь pēc dažu pētnieku uzskata cēlies no vārda «smida», ar kuru dažas senās ciltis, kas apdzīvoja PSRS tagadējās teritorijas Eiropas daļu, apzīmēja metālu.

Izmantojot šo metālu, atklāja vara zemo cietību; šis apstākļi jau sirmā senatnē vedināja cilvēkus domāt par vara kvalitātes uzlabošanu. Vara un alvas sakausējuma nejaušā izveidošanās, apstrādājot dažas rūdas, kuras satur kā varu, tā arī alvu, nepalika nepamanīta pirmatnējiem «metallurģiem». Nejaušā sakausējuma priekšrocības ierosināja šādu sakausējumu radīt mākslīgi.

Vara un alvas sakausējuma nosaukums — bronza — cēlies daudz vēlāk un ir saistīts ar nelielās itāļu tirdzniecības pilsētas Brindizi (Adrijas jūras krastā) nosaukumu. Starp tirdzniecības priekšmetiem bija arī bronzas izstrādājumi (no latīņu valodas *aes Brundisii* — «varš no Brindizi»). Bronza ir cietāka par varu, tā ir vieglāk kausējama, gaisā izturīga, viegli pulējama un labi atlejama formās.

Cilvēka praktiskā darbībā pakāpeniski ienāca bronza, liekot pamatus bronzas laikmeta sākumam. Bronzas izstrādājumus atlēja asīrieši, ēģiptieši, indieši un daudz citu seno tautu. Tomēr monolītas bronzas statujas senie meistari iemācījās atliet ne agrāk par 5. gs. pirms m. ē. Daži šie mākslas izstrādājumi sasniedza gigantiskus izmērus. Tāds, piemēram, bija 223. g. pirms m. ē. zemestrīcē sagrautais Rodas Koloss — senās Rodas ostas ievērojamākais objekts; šī osta atradās uz tāda paša nosaukuma Egejas jūras vistālākās austrumu salas. Rodas Kolosa statuja, ko apmēram 290. g. pirms m. ē. par godu Saules dievam Hēlijam radīja Harets, bija 32 metrus augsta; tā pacēlās virs ieejas Rodas ostā.

Augstu meistarību bronzas liešanā sasniedza japāņi. Lai spriestu par japāņu metāllēģēju augsto meistarību, pietiek

atcerēties 749. g. lieto gigantisko Todaideji tempļa Budas statuju, kas svēra vairāk nekā 400 tonnas.

Statujas, kas saglabājušās līdz mūsu dienām (Marks Aurēlijs, Diska metējs, Gulošais satīrs u. c.) liecina par bronzas plašo izplatību senajā mākslā.

Varu lietoja visdažādākos veidos. Jau 330 gadus pirms m. ē. Aristotelis rakstīja: «Indijā iegūst varu, kas no zelta atšķiras tikai ar savu garšu.» Aristotelis, protams, kļūdījās, bet tomēr pienācīgi vērtējamas viņa novērošanas spējas. Ūdenim, kas glabājas zelta traukā, tiešām nav piegaršas. Daži vara sakausējumi, piemēram, tompaks, pēc ārējā izskata ir grūti atšķirami no zelta. (Tompaks — vara-cinka sakausējums, kurā ir vairāk par 70% vara.) Tomēr šķidrumam, kas glabājas šāda sakausējuma traukos, ir metāla piegarša. Par šādiem vara sakausējumiem, kas atgādināja zeltu, acīmredzot arī runāja Aristotelis.

Senatnē ar vara loksniem pārklāja daudzu Maskavas baznīcu kupolus. Viens no 16. gs. pasaules arhitektūras ievērojamākajiem veidojumiem ir Ivana Lielā zvanu tornis (Maskavas Kremļa centrā). Tā izrotātais kupols pārklāts ar apzeltītām tīra vara loksniem.

Ne tikai pats varš vai vara sakausējumi bija zināmi senatnē. Seno fresku ķīmiskā analīze, ko izdarīja angļu ķīmiķis H. Dēvi, pierāda, ka, tajās atrodas arī bāziskais vara acetāts, kas atkarā no pagatavošanas veida var būt zaļā vai zilā krāsā (vara zaļums jeb spāņu zaļais). Šī krāsa atrasta gleznās Romas imperatora Tīta termās (pirītīs) un Pompejas sienu freskās. Preču sarakstos, kuras izveda no senās Aleksandrijas, ir minēts «vara zaļums» (malahīta pasta), kas, starp citu, bija kosmētikas priekšmets. Ar šo krāsu senatnes modes dāmas iezīmēja zaļus riņķus zem acīm — tolaik šādu «grimu» uzskatīja par skaistu.

Tīrs varš ir valkans, rožaini sarkanas krāsas metāls; tā kušanas temperatūra 1083°C. Varam ir liels blīvums (8,95 g/cm³) un ārkārtīgi laba siltumvadāmība un elektrovadāmība. Šai ziņā pārāks par varu ir vienīgi sudrabs. Visā pasaulē 1940. g. ražoja apmēram 3 milj. tonnas vara. Skaitlis ir milzīgs, bet tas nedrīkst izraisīt izbrīnu. Pamēģiniet iedomāties elektrotehniku bez vara un mašīnbūvniecību — bez vara sakausējumiem.

Pēc tam kad 16. gs. otrajā pusē francūzis Kristofors Planeti — Antverpenes un Leidenes lielākais izdevējs un

tipogrāfiju īpašnieks, ilustrāciju izgatavošanai ieviesa gravēšanu uz vara, šis metāls ieguva jaunu izmantošanas sfēru.

Varš ir daudzu sakausējumu metāls. Sniedzam, piemēram, dažu bronzu sastāvus: no sakausējuma, kurā ir 90% vara un 10% alvas (t. s. lielgabalu metāls), vēl samērā nesen lēja artilērijas ieročus; no sakausējuma, kurā ietilpst 76—82% vara, 16—22% alvas un līdz 2% svina un kurš pazīstams kā zvanu metāls, lej zvanus.

No zvanu metāla izgatavots viens «stundu» zvans un desmit «ceturtdaļstundu» zvani, kurus ik dienas dzirdam pa radio (Maskavas Kremļa Spasa torņa pulksteņa sitieni). «Ceturtdaļstundu» zvanu masa svārstās no 300 līdz 350 kg; «stundu» zvans sver 2160 kg. Zvani atlieti 17.—18. gs.; tie izrotāti ar mākslinieciskiem ornamentiem un uzrakstiem. Viens no uzrakstiem vēstī: «Šis zvans izliets 1769. gada maija 27. dienā Spasa tornim ceturtdaļstundu zvanišanai. Sver 21 pudu. Lēja meistars Semjons Možuhsins.»

Mākslinieciskā bronza satur 70—80% vara, līdz 10% cinka, 5—8% alvas un līdz 3% svina; jāmin arī sakausējumi, kas pazīstami kā monētu bronza; dažādās zemēs tās sastāvs ir dažāds. No mākslinieciskās bronzas veidota skaista ažurlējuma telts Maskavas Kremļa Uspeņjes katedrāles dienvidrietumu stūrī. Tā ir brīnišķīgs paraugs krievu metālliešanas meistarū augstajai prasmei. To darinājis 1625. g. katlu lietu meistars Dmitrijs Sverčkovs. Telti atdusas 1612. g. poļu interventu nomocītā patriarha Hermogena pišļi.

No mākslinieciskās bronzas ir izlieta arī 1868. g. uz klints Masatjeres salā (viena no Huanfernandesas salu grupas salām, kura atrodas 600 km no Čīles piekrastes) atklātā memoriālā plāksne skotu jūrniekam Aleksandram Selkirkam, kas savā laikā iedvesmoja Daniēlu Defo uzrakstīt nemirstīgo grāmatu «Robinsons Krūzo».

Daudz vieglāk kūstošus, lētākus un izturīgākus vara un cinka sakausējumus sauc par misiņu. No parastā misiņa jeb «dzeltenā vara», kas satur no 59 līdz 96% vara, pagatavo visdažādākos tehniskos un saimnieciskos izstrādājumus, sākot ar dažāda veida stieplēm un beidzot ar kondensatoru caurulēm, gultņiem un dzenskrūvēm. Varš ietilpst arī manganīna, melhiora, delta-metāla, «lokšņu zelta», jaun-sudraba, konstantāna un citu sakausējumu sastāvā. Atkarā

no papildmetāla vara sakausējumus dažkārt sauc arī par alvas, alumīnija, svina un silīcija bronzām.

Vara galvenie patērētāji ir metālapstrādes, mašīnbūves, ķīmiskā un stikla rūpniecība, kā arī lauksaimniecība un citas tautas saimniecības nozares. Kapitālistiskajās valstīs galvenais vara patērētājs ir militārā rūpniecība. Smagāko krīžu gados kapitālistiskajā pasaulē grūtības neizjuta tikai tie uzņēmumi, kas nodarbojās ar vara iegūšanu un pārstrādāšanu. Tie ražoja metālu kara vajadzībām. Līdz pat šai dienai kauju laukos zemē oksidējas misiņa patronu čaulas, lādiņu vara gabaliņi, kareivju katliņu un notriekto lidmašīnu detaļas.

Lai gan vara iegūšanas tehnika guvusi lielus panākumus un vara zemes garozā ir samērā daudz (0,003% no kopējā zemes garozas atomu skaita), tomēr kopš 20. gadsimta jūtams vara deficīts. Rūpnieciskās nozīmes vara rūdas atradnes galvenokārt sastāv no sulfīdiem — vara un sēra savienojumiem (pirīts, halkopirīts u. c.). Bez tam vara saturs šajās rūdās reti kad pārsniedz 2%. Tāpēc varu var iegūt tikai pēc tam, kad šais rūdās mākslīgi palielināts vara savienojumu procentuālais saturs, atdalot tukšos iežus.

Komplicētais rūdu pārstrādes process metāliskajā varā beidzas ar elektrolīzi. Elektrolītiskā vara tīrība sasniedz 99,9%. Elektrolīzes vannā kā blakusprodukti paliek piemaisījumi, kas parasti sastopami varā — zelts un sudrabs, bet dažkārt arī platīns. Šie «atkritumi» pilnīgi var segt elektrolīzes izdevumus.

Varu iegūst arī pēc hidrometalurģiskā paņēmiena — šķīdinot vara rūdu sērskābes šķīdumā, kurā rūda pēc tam nogulsņējas. Pēc modernākās rūpnieciskās metodes vara rūdu izšķīdina pazemē. Sajā nolūkā slānī, kas satur vara rūdu, ievada atšķaidītu sērskābi, bet iegūto šķīdumu pēc tam izsūknē zemes virspusē un elektrolizē.

Varš pieskaitāms bioelementiem. Būdam šūnu iekšējo ķīmisko procesu paātrinātājs, varš nelielos daudzumos nepieciešams augu un dzīvnieku attīstībai. No dzīvnieku pasaules pārstāvjiem visvairāk vara satur bezmugurkaulnieki: astoņkāji, austeres un daži citi mīkstmieši. Dažu vēžveidīgo un galvkāju asinīs varam ir tāda pati loma kā dzelzij mugurkaulnieku asinīs. Varš ietilpst to elpošanas pigmenta — hemocianīna sastāvā. Savienojoties ar gaisa skābekli, hemocianīns kļūst zils (lūk, kāpēc austerēm ir zilās «asinis»), bet, atdodot audiem skābekli, — bezkrā-

sains, t. i., hemocianīns izpilda hemoglobīna — skābekļa pārnēsātāja — funkcijas. Hemocianīnā vara saturs sasniedz 0,33—0,38%. Augstāk attīstīto dzīvnieku un cilvēka organismā varš galvenokārt ir aknās. Ja vara daudzums pārtikā ir nepietiekams (cilvēkam ik dienas nepieciešams 0,002 g vara), attīstās mazasinība, samazinās hemoglobīns, iestājas nespēks utt. Interesanti atzīmēt, ka audzēju šūnās ir pavisam maz vara. Šai sakarā ievēribu pelna fakts, ka medicīnā vara sakausējumus izmanto audzēju ārstēšanai.

Šķīstošie vara savienojumi ir indīgi. Tāpēc vara mājturības priekšmetu (patvāru, tējkannu, katliņu utt.) iekšpusi pārklāj ar alvas slāni, t. i., alvo. Alva neļauj varam izšķīst un novērš iespēju saindēties ar pārtiku, kas atradusies vara traukos.

ZUDUŠAIS UN ATKAL ATRASTAIS

30. Cinks — Zincum (Zn)

Grūti iedomāties, ka starp parasto cinkoto spaini, kas nepieciešams saimniecībā, un... pūderi glītā pūdera kārbīnā uz tualetes galdiņa ir kaut kas kopīgs. Tomēr kaut kas kopīgs abiem priekšmetiem ir. Tas ir cinks. Vienā gadījumā tas plānā kārtiņā pārklāj spaiņa sienas un pasargā dzelzi no ātras rūšēšanas un bojāšanās, otrajā — tas pats cinks, bet savienojumā ar skābekli smalka, balta pulvera veidā ietilpst pūdera sastāvā. Cinka oksīds ir viegls pulveris, kura graudiņi lielā palielinājumā atgādina zirnekli ar izstieptām kājiņām. Ar šīm «kājiņām» cinka oksīda daļiņas aizķeras aiz ādas negludumiem, tāpēc cinks ir pūdera nepieciešama sastāvdaļa. Cinka tvaiki uzliesmo gaisā, veidojot biezus, baltus dūmus — cinka oksīdu. Cinka oksīdu savāc, attīra no piemaisījumiem un izmanto par pūdera sastāvdaļu. Taču tas, kas tik vienkārši aprakstīts, reālā ražošanā ir daudz sarežģītāks: nepieciešamas mašīnas samalšanai, vissmalkākie sieti, ļoti tīrs cinks, smaržvielas, speciālas taukvielas un vēl daudz kas cits. Bez tam pūdera ražošana vēl nebūt nav cinka izmantošanas galvenā nozare.

Lielu daudzumu cinka oksīda izlieto farmaceitiskajā rūpniecībā dažādu kaisāmu pulveru, suspensiju, higiēnisku pastu, ziežu, plāksteru utt. pagatavošanai. Praksē cinka oksīdu plaši lieto cinka baltuma izgatavošanai. Cinka bal-

tumu lieto krāsošanas darbos, glezniecībā utt. Daudz cinka izlieto galvanisko elementu izgatavošanai.

Cinks tik plaši ieviesies mūsu ikdienā, ka mēs to vienkārši vairs nemanām. Bet vanniņa zīdaiņa peldināšanai, ūdensvada caurules, daudzu ēku jumti, lejkannas, stieples jūras trosēm, ierīces dārzu tīrīšanai — visas šīs lietas taču izgatavotas, izmantojot cinku. 40% no visā pasaulē iegūtā cinka izlieto no melnā metāla pagatavoto izstrādājumu pretkorozijas pārklājumiem. Spožā patvāra sienīņās cinks apslēpts zem plānas niķeļa kārtiņas, tas atrodas arī elektriskās spuldzes patronā, artilērijas šāviņa čaulā un mašīnu dažādajās detaļās. No lietā misiņa (cinka un vara sakausējums) izgatavotas mūsu valsts galvenā pulksteņa — Kremļa kurantu mehānisma visas lielākās daļas. Pulkstenis turpat jau trīs gadsimtus mēra vēstures gaitu. Misiņš ir ļoti izturīgs pret dilšanu. Simt gadu nepārtrauktajā darbā Kremļa kurantiem apmainīja tikai vienu lielāku misiņa detaļu — enkura riteni, kura diametrs 50 cm. Sērskociņus un galošas, celuloīda rotaļlietas un emaljētus traukus, akvareļa krāsas bērniem un pat attēlu grāmatā nav iespējams izgatavot, nelietojot cinku vai tā savienojumus. Visur ir cinks. Starp citu, arī cilvēka un dzīvnieka organismā, kā arī augos.

Bioloģiskajā ziņā cinks ir visai interesants elements. Augiem normālai augšanai un attīstībai nepieciešami nelieli cinka daudzumi. Bet dažiem augiem piemīt īpašība koncentrēt šo elementu. Tā, piemēram, bieži sastopamajās ceļmalītēs ir 0,02%, bet vijolītēs — 0,06% cinka. Daudz cinka ir sēnēs — sviestenēs, gailenēs un bērzu bekās. Dažu bezmugurkaulnieku organismā cinkam ir tāda pati nozīme kā dzelzij mugurkaulnieku asinīs. Dzīvnieku pasaules attīstības gaitā, lai atrastu labāko skābekļa pārnesēju elpošanas aktā, noticis savdabīgs izlases process. Par vispiemērotāko šim nolūkam izrādījusies dzelzs. Bet dažiem dzīvniekiem dzelzs lomu izpilda varš, citiem —



cinks. Dažu gliemežnīcu pelni satur līdz 10—15% cinka. Cilvēka organismā sevišķi bagāti ar cinku (0,02%) ir zobi, nervu sistēma un aknas.

Cinks pazīstams jau kopš seniem laikiem. Misiņu — vara un cinka sakausējumu — pazina vēl agrāk. Pēc tam par cinku ilgu laiku nekas nebija zināms, un tikai 1721. g. Saksijas metalurģs J. Henkels (starp citu, pie viņa 1739.—1740. g. metalurģiju mācījās M. Lomonosovs) atklāja paņēmieni, kā iegūt cinku no rūdas. Cinka nosaukums un ķīmiskais simbols cēlies no vācu vārda *der Zincken* (tā Paracelz nosauca cinka rūdu).

Tīrā veidā cinks ir zilgani balts metāls. Mitrā gaisā tas pārklājas ar plānu hidroksīda plēvīti, kas to pasargā no tālākām pārvērtībām. Sakarsēts līdz 100—150°C, cinks kļūst labi kaļams un velkams, bet 200°C temperatūrā — tik trausls, ka to var sasmalcināt pulverī.

Starp citu, vienā no Maskavas Lielās Kremļa pils vis-skaistākajām un plašākajām zālēm — Georgija zālē — slejas 18 no cinka lietas vītas kolonas. Tās greznotas ar brīnišķīgu ornamentu, rotātas uzvaras statujām un lauru vainagiem. Statujās iecirsts skulptora I. Vitali vārds un kolonu celšanas gads. Viena no statujām celta par godu Ukrainas atkalapvienošanai ar Krieviju.

Cinks nav izturīgs pret skābju un sārmu iedarbību un šķīst kā skābēs, tā sārmos. Tāpēc cinkotā traukā nedrīkst ne vārīt ēdienu, ne arī skābēt un glabāt kāpostus, gurķus vai tomātus. Iespējama bīstama saindēšanās, jo cinka šķīstošie savienojumi ļoti indīgi. Cinku iegūst no tā saucamajām polimetāliskajām rūdām, kas satur sudrabu, svīnu un cinku.

Cinka spējas ātri šķīst skābju iedarbībā izmanto modernajā poligrāfijas tehnikā klišeju izgatavošanai. Zīmējums tiek «pārnest» uz cinka plates, ko pēc tam kodina ar slāpekļskābi vai ar slāpekļskābes un sāļsskābes maisījumu.

MENDELEJEVA ĢENIJA PIRMAIS LIECINIEKS

31. Gallijs — Gallium (Ga)

Kad Dmitrijs Ivanovičs Mendelejevs radīja ķīmisko elementu sistēmu, trešajā grupā palika brīvas vietas. Pēc Mendelejeva ciešās pārliecības, brīvās vietas bija jāaizņem toreiz vēl neatklātiem, nepazīstamiem elementiem.

Vienu no šiem elementiem piektajā rindā Mendelejevs nosauca par ekaalumīniju. Dziļi pārliecināts par savas elementu sistēmas objektivitāti, Mendelejevs ne tikai pareģoja šo elementu pastāvēšanu, bet arī visai precīzi aprakstīja to īpašības. Par «noslēpumaino» ekaalumīniju Mendelejevs 1871. g. Krievu ķīmijas biedrības žurnālā rakstīja, ka ekaalumīnija atomu masai jābūt aptuveni 68, tā blīvumam — ap 6 g/cm^3 , kušanas temperatūrai jābūt ļoti zemei, tirā veidā šim metālam jākūst cilvēka rokā! Tāpēc visticamāk, ka to atklās ar spektroskopisko metodi.

1875. g. 20. septembrī Parīzes Zinātņu akadēmijas sēdē tika nolasīta franču ķīmiķa Lekoka de Buabodrana vēstule. Tās autors ziņoja, ka ar spektrālo analīzi atklāts jauns ķīmiskais elements, kam atklājējs, godādams savu dzimteni Franciju, piešķīris tās seno nosaukumu — gallijs. Jaunatklātais elements pēc visām savām īpašībām bija līdzīgs ekaalumīnijam. Interesanti atzīmēt, ka Lekoks de Buabodrans sākumā nepareizi noteica gallija blīvumu, samazinādams to līdz $4,7 \text{ g/cm}^3$, salīdzinot ar D. Mendelejeva pareģojumiem. Mendelejevs aizrakstīja Lekokam de Buabodranam vēstuli, kurā aizrādīja uz pielaisto kļūdu. Lekoks de Buabodrans rūpīgi atkārtoja pētījumus un pārliecinājās, ka krievu ķīmiķim, «profesoram no Sankt-Pēterburgas, kas ne tikai nekad savās rokās nav turējis galliju», bet pat nav redzējis tā spektru, izrādījusies taisnība. Gallija blīvums tiešām bija $5,94 \text{ g/cm}^3$. «Es domāju... ka nav nekādas vajadzības vēlreiz pasvītrot Mendelejeva teorētisko secinājumu svarīgo nozīmi...» šai sakarā rakstīja Lekoks de Buabodrans.

Gallija atklāšana jāuzskata par spīdošu zinātnes uzvaru. Gallijs bija pirmais ķīmiskais elements, kas apstiprināja Mendelejeva periodiskā likuma triumfu. Lai gan gallija dabā ir divreiz vairāk nekā skandija, tas ir ļoti izkliedēts un ar galliju bagāti minerāli līdz pēdējam laikam nebija zināmi.

Pirmo un vienīgo gallija minerālu — gallītu nesen atklāja Cumberas (Dienvidrietumāfrikā) atradņu rūdās. Šo reto un izkliedēto elementu sāka izmantot tikai pašos pēdējos gados. Un nav nekāds brīnums: cinka rūdas satur tikai $0,002\%$ gallija, Pireneju cinka māns — $0,5\%$, bet ar galliju visbagātākajā minerālā — ģermanītā atrodas tikai līdz $0,6\text{--}0,7\%$ gallija. Vienā tonnā boksītu, kas iegūti kādā no Grieķijas atradnēm, ir līdz 300 g gallija, bet

Nirada atradnes (Ungārijā) boksitos gallija maksimālais daudzums nesasniedz pat desmitdaļas procenta.

Sevišķi tīru galliju (99,9%) iegūst, elektrolīzes ceļā apstrādājot alumīnija ražošanas atkritumu šķīdumus. Gallijs pēc izlādēšanās uz tērauda elektroda «notek» no tā. Patlaban izpētīti tādi savienojumi kā nātrija gallāts. Vēl meklēsim ziņas par šo savienojumu rokasgrāmatā, kas izdota pirms kādiem 10 gadiem! Aprēķināts, ka, ražojot 1 miljonu tonnu alumīnija, no atkritumiem var iegūt 20 tonnu gallija. Ziņas par gallija ražošanu nepublicē, bet zināms, ka ASV 1948. g. ieguva tikai 48 kg gallija. Tāpēc viens grams tīrā gallija vēl arvien maksā ļoti dārgi. To lieto kvarca termometros augstu temperatūru mērīšanai. No parastajiem termometriem šādi termometri atšķiras tikai ar savu garumu. Gallijs kūst, kā pareģoja Mendelejevs, rokā, apmēram 30°C temperatūrā, bet virst tikai pāri par 2000°C temperatūrā (2070°C). Ja stiklu pārklāj ar galliju, iegūst spoguļi, kas spēcīgi atstaro gaismu un iztur karsēšanu līdz 500—600°C.

PERIODISKĀS SISTĒMAS TRIUMFS

32. Ģermānijs — Germanium (Ge)

Analizējot Saksijā atrasto minerālu argirodītu, ķīmiķis K. Vinklers (1838.—1904.) ieguva šādus rezultātus (procentos): minerāls saturēja sudraba — 72,72, sēra — 17,13, dzelzs oksīda — 0,66, cinka oksīda — 0,22, dzīvsudraba — 0,31. Kopā 91,04. Bet kas veidoja pārējos procentus? Vinklers izdalīja nepazīstama metāla sulfīdu, ko tas uzskatīja par antimona analogu. Gandrīz vienlaicīgi V. Rihters — 1886. g. 23. februārī, D. Mendelejevs — 26. februārī un L. Meiers — 27. februārī paziņoja K. Vinkleram, ka jaunais elements uzskatāms par ekasilīciju, kuru Mendelejevs bija paredzējis jau 1871. g. Apbrīnojami, ka Mendelejevs, ievietojis elementu piektajā rindā starp galliju un arsēnu un starp silīciju un alvu ceturtajā grupā, ne tikai nosauca to par ekasilīciju un aprakstīja tā īpašības, bet pareģoja arī tā savienojumu īpašības. K. Vinklers rakstīja: «Diez vai varētu būt vēl spilgtāks pierādījums, cik pareiza ir mācība par elementu periodiskumu. . .»

Jā! Mendelejeva atklājumam nav līdzīga zinātnē. Un nav nekāda nejaušība, ka F. Engels, novērtēdams šo atklājumu, nosauca to par varoņdarbu zinātnē. Un, ja agrāk

daudzi ievērojamākie zinātnieki, Mendelejeva laika biedri, uz periodisko likumu raudzījās caur skepticisma prizmu, tad pēc tam, kad tika publicēti Vinklera darbi par ģermāniju, dažādās valstīs cits pēc cita parādījās pretendenti, kas sāka apstrīdēt Mendelejeva kā periodiskā likuma pirmatklājēja godu.

Grāmatās, kas izdotas pavisam nesen — 1955. g., apgalvots, ka ģermānijs pieder pie «nākotnes metāliem». Bet tā runāt nozīmē grēkot pret īstenību. Jau tagad rūpnīcas izgatavo radiouztvērējus, kuros masīvās un trauslās radiolampas aizstātas ar pusvadītāju triodēm un diodēm, kas izgatavotas no ģermānija. Šie pusvadītāji sver desmitdaļas grama, bet viss radiouztvērējs nepārsniedz papirosu kārbas izmērus. Ģermānija kristāls aizstāj veselas taisngriežu iekārtas. Bez ģermānija nebūtu radiolokatoru, ar kuru palīdzību var desmitiem kilometru attālumā konstatēt lidmašīnu, ledus kalnu, kas peld okeānā kuģu ceļā, izmērīt attālumu līdz Mēnesim.

Ģermānija izmantošana pusvadītāju tehnikā ir daudzveidīga. Pusvadītāju iekārtas noder ne tikai kā strāvas taisngrieži, bet tās pastiprina arī radiosvārstības un pārvērš siltuma enerģiju elektriskajā.

Ģermānijs ir sidrabaini balts metāls. Pēc ārējā izskata tas atgādina alvu; ir samērā viegls (blīvums $5,35 \text{ g/cm}^3$), bet grūti kausējams (958°C). Tāpat kā bismuts, ģermānijs atdziestot... izplešas; tas izskaidrojams ar irdenu struktūru rašanos. Šis irdenums jau 70°C temperatūrā noārda kristālus. Tas nozīmē, ka ģermānija detaļas nedrīkst karstēt: atdziestot tās «iziet no ierindas». Tāpēc dažādie nostāsti par kaut kādiem «katliņiem» — ģeneratoriem, kas barojuši partizāņu radiostacijas un it kā sastāvējuši no ģermānija, par ģermānija ģeneratoriem, kurus uzmaukuši uz petrolejas lampu cilindriem, neatbilst patiesībai. Šajos ģeneratoros lieto parastos termopārus, kas izgatavoti no konstantāna, cinka un antimona sakausējuma.



Patlaban izgatavo gan simtiem miljonu ģermānija taisngriežu — diodu, gan pastiprinātāju triodu (1955. g. ASV — 25 miljonus). Dabā ģermānija ir vairāk nekā svina, bet ģermānijs ir ļoti izkliedēts, un tikai Katangā (Kongo) atrodami minerāli, kas satur daudz ģermānija (piemēram, argirodīts, ģermanīts, renjerīts).

Daudz biežāk nekā citos minerālos ģermānijs atrodams ogļu pelnos. Aprēķināts, ka no 10 miljoniem tonnu Anglijas ogļu var iegūt 2000 tonnu ģermānija. Tas sastopams arī augos, visbiežāk skuju kokos (līdz 100 g vienā tonnā pelnu), kā arī jūras zālēs.

Ilgu laiku ģermānijs netika izmantots un tāpēc arī maz izpētīts. Patlaban ģermānija ķīmiskā daba izpētīta sīkāk nekā sen pazīstamās dzelzs vai svina ķīmija. Ģermānija «iebrukums» tehnikā sākās ar radiolokāciju otrā pasaules kara laikā. Fototehnikā ļoti iecienīti optiskie stikli ar ģermānija dioksīda piemaisījumu. Angļi izgatavoja termiskos tēmēkļus pret vācu vadāmajiem šāviņiem («fau»), jo ģermānija stikls ļoti labi laiž cauri siltuma (infrasarkanos) starus. Par zelta un ģermānija sakausējumu atzīnīgi izsakās juvelieri un zobu tehniķi. Interesanti piebilst, ka tur, kur sadedzina daudz ogļu, kas satur ģermāniju, saslimstība ar tuberkulozi ir mazāka. Uzskata, ka ģermānija dioksīds labvēlīgi ietekmē asinsradošos orgānus. Uzskaiti varētu vēl turpināt.

Ģermānijs ir metāls ar ļoti lielu elektrisko pretestību, kas tūkstošiem reižu lielāka nekā varam. Jo metāls ir tīrāks, jo ... lielāka kļūst tā pretestība. Viss otrādi! Atdziestot tas ... izplešas, jo tīrāks... jo sliktāk vada strāvu!

Ģermānija iegūšana no dažādām izejvielām ir ļoti sarežģīta, bet gala produkts vienmēr ir ģermānija tetrahlorīds.

Lai izdalītu kaut cik nozīmīgu daudzumu tīra metāla, sarežģītos procesos jāapstrādā tūkstošiem tonnu dažādu izejvielu. No pusvadītāju tehnikas viedokļa ģermānijs ir absolūti netīrs metāls, kam nav pilnīgi nekādu pusvadītāja materiāla īpašību. Radiotehnikai nepieciešams ģermānijs, kurā piemaisījumi nedrīkst pārsniegt procenta desmitmiljonās daļas. Citiem vārdiem, uz vienu miljardu ģermānija atomu drīkst būt ... viens atoms piemaisījumu! Ja desmit miljonus ģermānija atomu atrodas kaut tikai

viens atoms arsēna, fosfora vai antimona, tā pusvadītāja īpašības stipri pavājinās.

Tāpēc ģermānija tehnoloģija izvirza ārkārtīgi stingras prasības ražošanas procesam: telpu sienām, grīdai, apģērbam jābūt krāsotiem ar speciālām krāsām, kas nesatur minerālu pigmentus, ūdenim jābūt sevišķi tīram, bet apkalpojošajam personālam jābūt speciāli apmācītam. Un vēl daudzas citas prasības.

Tā kā ģermānijs zemes garozā izklīdēts un iegūt to tīrā veidā ir grūti, ģermāniju par spīti tā vērtīgajām īpašībām ražo ļoti maz. Tā, piemēram, 1946. g. ASV ģermānija ieguve sasniedza tikai 800 kg.

Interese par ģermāniju nemitīgi pieaug; 1955. g. kapitālistiskajā pasaulē iegūtas jau 23 tonnas, 1957. g. — 45 tonnas, bet 1964. g. — vairāk nekā 100 tonnu. 1940. g. viens grams ģermānija maksāja 9 reizes vairāk par zeltu, bet 1956. g. jau 2 reizes lētāk.

Mūsu dienās radioaparāts, kas izgatavots no pogas lieluma pusvadītājiem, liekas jau parasta lieta.

Pilulā, ko izgatavojis VDR zinātnieks Manfreds fon Ardenne cilvēka gremošanas trakta pētīšanai, iemontēts ne tikai miniatūrs radiouztvērējs, bet arī mikroskopiskas ierīces, kas konstatē kuņģa temperatūru, kuņģa sulas skābes daudzumu, kā arī kuņģa un zarnu sienīņu spiedienu! Šāda pilula ir ne tikai miniatūra aparāta rekords, bet, bez šaubām, arī modernās radiotehnikas triumfs. Sis panākums sasniegts, tikai pateicoties ģermānijam.

VESELĪBAS UN NĀVES NESEJS

33. Arsēns — Arsenicum (As)

Jau sen pirms tam, kad pašu elementu sāka iegūt tīrā veidā, indīgie arsēna savienojumi bija pazīstami senajā Grieķijā, Ķīnā un citās zemēs. Bija pazīstami arsēna-sēra savienojumi zeltaini dzeltenā (auripigments) un tumši sarkanā (realgars) krāsā. Tos lietoja kā krāsvielas un ārstniecības līdzekļus. Auripigments ir dabisks minerāls, ko ievada no Persijas. Senajā Ēģiptē 1,5 tūkstošus gadu pirms mūsu ēras to lietoja sienu apgleznošanai un sadzīves priekšmetu krāsošanai dzeltenā krāsā. Nelielu daudzumu šī minerāla atrada audekla maisīņā Tutanhamona kapenēs.

Vēlāk iemācījās auripigmentu sadalīt, iegūstot indīgu vielu — arsēnu. Mūsu ēras pirmajā gadsimtā grieķu ārsts Dioskorīds aprakstīja baltā arsēna iegūšanu, apdedzinot auripigmentu. Brīvā veidā arsēnu 1250. g. ieguva vācu alķīmiķis Alberts Lielais (1193.—1280.). Taču šis apgalvojums ir tikai varbūtējs, jo pirms Alberta Lielā alķīmiķi jau bija lietojuši arsēna dabiskos savienojumus.

Daži alķīmiķi uzskatīja, ka arsēns ir viena no metālu sastāvdaļām. Šāds uzskats izskaidrojams gan ar to, ka arsēna-sēra savienojumus bieži atrada kopā ar citiem metāliem, gan arī ar vara spēju mijiedarbībā ar arsēnu «cildoties», veidojot savienojumus, kas bija krāsoti gaišā krāsā un atgādināja sudrabu. Tas nostiprināja domu par metālu pārvēršanu citu citā (transmutāciju). Varbūt alķīmiķiem bija pazīstams arī tīrradņu arsēns.

Ir daži arsēna paveidi, no kuriem visnoturīgākais ir pelēkais jeb metāliskais arsēns. Atšķirībā no īstajiem metāliem arsēns ir visai trausls. Tā kušanas temperatūra ir augstāka par viršanas temperatūru, tā ka arsēns, to karsējot, nekūstot izgaro. Arsēna manāma iztvaikošana sākas, karsējot to līdz 180°C. Turpinot karsēšanu gaisa klātbūtnē, arsēns veido smagu gāzi, kurai ir nepatīkama ķiploku smaka.

Parastos apstākļos arsēns ir mazaktīvs elements. Karsējot arsēns kļūst reaktīvs, aktīvi veido savienojumus ar sēru, hloru un citiem halogēniem. Ar skābekli arsēns veido arsēnpaskābes anhidrīdu — arsēniku, kas savu indīgo īpašību dēļ plaši pazīstams jau kopš seniem laikiem; šis savienojums ir viens no vissenākajām indēm.

Savu indīgo īpašību dēļ arsēna savienojumi ieguvuši bēdīgu slavu. Arsēns kļuva par slepeno slepkavu — sākot ar parasto kriminālnoziedznieku un beidzot ar imperatoriem un karaļiem — iemīļotāko ieroci. Ar arsēna palīdzību cietuma ierēdņi nereti atbrīvojās no «valsts» noziedzniekiem; ļoti bieži arsēnu lika lietā galminieki savās intrigās; valdniekiem arsēns nereti palīdzēja novākt pie malas bīstamus troņa tiktājus.

Viens no piemēriem par arsēna izmantošanu slepkavības nolūkos ir Napoleona I noindēšana. Starp citu, to atklāja tikai 140 gadu pēc nozieguma.

Uz Svētās Helēnas salas izsūtītā franču imperatora nāves cēlonis, ja var ticēt oficiāliem dokumentiem, bija

kuņģa vēzis. Taču testamentā, ko atstājis Napoleons, ir vieta, kas mudina vēsturniekus izturēties pret šo diagnozi visai kritiski. Ierakstā, ko Napoleons izdarījis 1820. g., t. i., gadu pirms savas nāves, piemēram, teikts: «Es nemirstu dabiskā nāvē. Mani nonāvēja angļu oligarhija un tās algo-
tais slepkava.»

Bez tam ir aculiecinieku atstātie Napoleona slimības gaitas apraksti. Šos aprakstus salīdzinot ar kuņģa vēža raksturīgo slimības ainu, daudzi ārsti sāka šaubīties par vēsturiskajos dokumentos minētās diagnozes pareizību un uzskatīt par Napoleona nāves cēloni saindēšanos ar arsēnu. Un patiesi! Radiācijas analīzes panākumi deva iespēju pārbaudīt ārstu aizdomas.

Izmantodams organisma spējas izvadīt arsēnu caur ādu matos un nagos, Glazgovas (Skotijā) universitātes zinātnieks G. Smits izmeklēja ar aktivācijas metodi Napoleona matus, kas joprojām glabājas muzejā. (Aktivācijas analīzes pamatā — elementu apstarošana nolūkā izraisīt to radioaktivitāti un sekundārā izstarojuma pētīšana). Napoleona matu šķipsnu veselu diennakti apstaroja ar neitronu plūsmu no atomu pētīšanas centra Harvelas (Anglijā) reaktora, bet pēc tam pētīja, vai nav konstatējams arsēna radioaktīvais izotops.

Aktivācijas analīzes rezultāti pierādīja, ka Napoleona mati satur 13 reizes vairāk arsēna, nekā tas varētu būt normālos apstākļos. Tas nozīmēja, ka varbūtība par saindēšanos ar arsēnu bija apstiprinājusies!

Bija interesanti konstatēt, kā palielinājās arsēna daudzums Napoleona matos, tiem augot, jo tas deva iespēju noskaidrot jautājumu, kad un ar kādām metodēm notikusi saindēšana. Šim nolūkam visgarāko matu šķipsnu sagrieza daļās un katru daļu atsevišķi pārbaudīja ar radiācijas analīzi.

Pētījumi pierādīja, ka arsēns matu garumā nav nogulies vienmērīgi, bet tas savukārt liecināja, ka Napoleons noindēts pakāpeniski un sistemātiski. Radiācijas analīzes ārkārtīgā jutība deva iespēju konstatēt ar precizitāti līdz divām nedēļām arsēna devu ievadīšanas periodiskumu imperatora pēdējā dzīvības gadā.

Napoleona laikā un it īpaši pirms tam arsēnu plaši lietoja peļu un žurku iznīcināšanai, to varēja viegli pirkt (arsēnu pārdeva drogu veikalos) un nebija iespējams pierādīt noindēšanu ar arsēnu (nebija vēl zināmas arsēna

konstatēšanas reakcijas), tāpēc tas kļuva par slepkavu iemīļotāko ieroci.

Sevišķi bieži šādi indēšanas gadījumi notika cariskajā Krievijā. Visāda veida «pieburamās» un «atburamās» zāles saturēja arsēnu. Un nav nejaušība, ka indēšana ar arsēnu atspoguļota arī literatūrā. Katjušu Maslovu (Ļ. N. Tolstoja romānā «Augšāmcelšanās») apvainoja tirgotāja noindēšanā ar arsēnu. Ir zināmi gadījumi, kad masveidīgi saindējušies ziemassvētku eglīšu dalībnieki. Degot svecēm, kuras krāsotas ar Šveinfurtes zaļumu, kas satur vara arsenīdu, rodas indīgi, arsēna savienojumus saturoši dūmi, kurus ieelpojot cilvēks saindējas.

Ar arsēnu piesārņotajām skābēm reaģējot ar metāliem (ķīmiskajā un poligrāfiskajā rūpniecībā), rodas arsēnūdeņradis — bezkrāsaina gāze, kuras iedarbība manāma tikai pēc 5—8 stundām. Arsēnūdeņradis izraisa smagu saindēšanos, kas var beigties pat ar nāvi.

Pēc tam kad angļu ķīmiķis Dž. Maršs 1836. g. izstrādāja un ieviesa praksē jutīgu metodi arsēna konstatēšanai, saindēšanās gadījumi notiek arvien retāk. Par Marša reakcijas jutības pakāpi varam spriest pēc šāda gadījuma: reiz atrada arsēnu kapsētas zemē, kur pirms 20 gadiem apbedīts cilvēks, kas bija noindējies ar arsēna savienojumu. (No otras puses, ir zināmi tiesas procesi, kuros eksperti zinātnieki pierādīja pretējo, proti, ka arsēns no zemes var pāriet liķī.)

Arsēns pieder pie indēm, pret kurām, ja tās organismā nonāk pakāpeniski, veidojas imunitāte. Ir zināmi gadījumi, kad ierastie arsēna patērētāji ieņēmuši tādas devas, kas vairākkārt pārsniegušas dzīvībai bīstamo devu, bet palikuši dzīvi (piemēram, vectēvs Nuartjē A. Dimā romānā «Grāfs Monte Kristo»). Izmēģinājumi ar dzīvniekiem pierādīja šī ieraduma īpatnības. Izrādījās, ka dzīvnieks, kas, ilgstoši saņemdam arsēnu, pie tā pieradis, ātri nobeidzas, ja ievērojami mazāku devu tam ievada asinīs vai zem ādas.

Arsēnu nelielos daudzumos satur dzīvnieku organismi. Pirmo reizi arsēnu dzīvnieku organismā atradis franču zinātnieks Orfili 1838. g. Arsēna funkcija organismā nav noskaidrota. Iespējams, ka tas ir attīstības stimulators. Par labu šādai varbūtībai liecina fakti par mazu arsēna devu labvēlīgo ietekmi uz organismu dažu saslīmšanu (mazasinības, nervu, ādas u. c. slimību) gadījumos.

Ieguvis ļoti spēcīgas indes bēdīgo slavu, arsēns tomēr iekarojis sev reputāciju kā teicams ārstniecības līdzeklis. Izcilajam vācu bakteriologam un biokīmiķim Paulam Ērlīham kopā ar japāņu zinātnieku ķīmiķi Hatu izdevās, izmantojot arsēna savienojumus, radīt preparātu, kas uzveica ļoti grūto slimību — sifilisu, ko uzskatīja par neizārstējamu.

Gadsimtiem ilgi cilvēce maksāja meslus šai slimībai. Dažas tautības, sevišķi tās, kuru kultūras līmenis bija zems, sifilisa indes iedarbības rezultātā deģenerējās un burtiski izmira. Un, lūk, pēc 605 neveiksmīgām sintēzēm ieguva 606. arsēna savienojumu, kas, cilvēka organismam būdams gandrīz vai nekaitīgs, nonāvēja sifilisa izraisītāju. Pēc veiksmīgās sintēzes skaitļa šo vielu sāka saukt par «606» jeb salvarsānu, kas nozīmēja: «Lai dzīvo arsēns!».

Patlaban ir vairāki arsēna preparāti ne tikai sifilisa, bet arī citu smagu cilvēka un dzīvnieku slimību (atgūlas tifa, miega slimības u. c.) ārstēšanai. Arsēna savienojumus lieto arī zobārstniecības praksē nervu nomērdēšanai.

Pirmajā pasaules karā «izgudrotas» daudzas dažādas indīgas vielas. To vidū īpaši jāmin t. s. kairinošās indīgās vielas, kuru pamatā arsēns. Atšķirībā no slepenajiem slepkavām, kuri darbojās anonīmi, slepkavas — indīgo vielu «izgudrotāji» centās iemūžināt savus vārdus izgudroto inžņu nosaukumos. Tā, piemēram, indīgā viela adamsīts nosaukta amerikāņu ķīmiķa Adamsa vārdā. Tāda ir arī indīgā viela luizīts, kura nosaukta pēc amerikāņu pulkveža Luisa vārda. Šo indīgo vielu, par laimi, nelietoja. To «izgudroja» pirmā pasaules kara beigās un drausmīgā indīguma dēļ inžņu speciālists ģenerālis Fraiss to nosauca par «nāves rasu».

Arsēna savienojumus plaši lieto stikla, porcelāna un fajansa ražošanā, ādu un kažokādu apstrādāšanā. Lauksaimniecībā arsēna savienojumus lieto cīņā pret daudziem lauksaimniecības kultūru kaitēkļiem.

«MĒNESS ELEMENTS»

34. Selēns — Selenium (Se)

Grieķu vārds *σελήνη* nozīmē «Mēness». Savu nosaukumu šis elements ieguvis tāpēc, ka tas līdzīgi Mēnesim, Zemes pavadonim tās bezgalīgajā ceļojumā pa Visumu,

allaž pavada citu elementu — telūru, kurš tā nosaukts Zemei par godu: *tellus* latīņu valodā nozīmē «zeme». Selēnu atklāja zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss (1779.—1848.) 1817. g. sērskābes ražošanas atkritumos.

... Padziļinot naftas urbumu, no 1200 metru dziļuma strauji izšāvās ūdens strūkļa. Mutuļojošas ūdens strau-
mes plūda uz strautu, no strauta uz dziļu gravu un tālāk satecēja nelielā upītē, kuras krastos auga sulīga ganību zāle, ko izēdināja govīm. Pēc neilga laika ar govīm notika kaut kas nelabs. Tām deformējās ragi, izkrita spalva, sākās iesnas, nagi kļuva irdeni un pārvērtās bezveidīgos, nošķiebušos «stumbeņos». Tādu dīvainu saslimšanas ainu veterināri novēroja pirmo reizi un tāpēc nevarīgi noplātīja rokas. Palīgā nāca ķīmiķi. Rūpīgi izmeklējuši zāli un augsni, kurā tā auga, viņi konstatēja nelielus daudzumus selēna. Bet kā selēns nokļuvis augsnē? Viss liecināja, ka vaina meklējama ūdenī. Izrādījās, ka upītes ūdenī bija selēna savienojumi, kur tie acīmredzot bija nokļuvuši no naftas urbuma. Un izvirzījās arī otrs jautājums. Vai tik selēns nav vainojams nelaimē, kas piemeklējusi govīs? Atbilde bija apstiprinoša. Jā, vainīgs bija selēns!

Selēns ir stipra inde, kas uz organismu iedarbojas tāpat kā arsēns. Saindējoties ar selēnu, rodas galvassāpes, ilgstošas iesnas, izsitumi, izkrīt mati, kļūst mīksti nagi u. c. Viena no profesionālajām slimībām, kas apdraud ķīmiķus, kuri strādā ar selēna savienojumiem, ieguvusi speciālu nosaukumu — «selēna iesnas». Organismam hroniski saindējoties ar selēnu, tas izdala selēna savienojumus, kuriem ir riebiga un grūti panesama smaka.

Tirā veidā selēns ir cieta, pelēka viela ar metālisku spīdumu. Ir vairākas selēna modifikācijas. Parastajos apstākļos selēns ir noturīgs un pēc savām ķīmiskajām īpašībām līdzīgs sēram. Tā, piemēram, selēns enerģiski reaģē ar fluoru, hloru un sildot — arī ar skābekli. Atšķirībā no sēra «metāliskais» selēns, lai gan vāji, bet tomēr vada elektrisko strāvu, pie tam elektrovadāmība atkarīga no apgaismojuma. Šo selēna īpašību izmanto elektrotehnikā un radiotehnikā. Plaši tiek lietoti selēna fotoelementi. Daudz selēna izlieto maiņstrāvas taisngriežu izgatavošanai. Selēnu lieto arī kaučuka vulkanizēšanā, stikla rūpniecībā ar dzelzs sāļiem krāsotā stikla dzidrināšanai. Selēns nepieciešams arī fotorūpniecībā, fizikā un astrofizikā precīzu aparātu konstruēšanai.

Dabā selēna ir samērā maz. Zemes garozā selēna atomu ir ne vairāk par vienu simttūkstošo daļu procenta. Minerāli, kas satur selēnu ievērojamos daudzumos, dabā gandrīz nemaz nav sastopami. Minerālam selenītam, kura nosaukums skan līdzīgi elementa nosaukumam, nav nekāda sakara ar selēnu. Selenītā nav selēna. Selenīts ir ģipsis, precīzāk sakot, ģipša paveids, bet ģipsis, kā zināms, sastāv no kalcija, sēra, skābekļa un ūdens.

Selēnu galvenokārt iegūst no sērskābes ražošanas atkritumiem, kā arī no nogulsniem, kas rodas, ar elektrolīzi attīrot varu. Selēnu iegūst ne vairāk par simt tonnām gadā.

FOTOTEHNIKAS ELEMENTS

35. Broms — Bromum (Br)

Par cilvēku, kas sirgst ar nervu sistēmas traucējumiem, dažkārt saka: «Viņš dzer bromu» vai «Ārsti viņam izrakstījuši bromu». Bet neticiet tam! Bromu dzert nevar. Tīrā veidā broms ir ļoti indīgs, tumši sarkans, gandrīz tumši brūns, smags šķidrums (blīvums $3,10 \text{ g/cm}^3$), kas pat parastajā temperatūrā ātri iztvaiko gaisā. Bromā tvaikiem ir oranži tumšbrūna krāsa ar specifisku smacējošu, kodīgu smaku, kas stipri kairina gļotādu. Smakas dēļ broms ieguvīs savu nosaukumu no grieķu vārda βρωμος, kas nozīmē «smirdoņa», «nelabi smakojošs». Ja gaisā ir kaut neliels daudzums bromā tvaiku, cilvēks var smagi saindēties. Tāpēc bromu nevar nedz «dzert», nedz «izrakstīt», kā to mēdz teikt. Slimniekam izraksta nelielas devas bromā sāļu — nātrija bromīdu vai retāk — kālija bromīdu, kuriem ir nomierinoša iedarbība uz slimīgi kairinātu nervu sistēmu.

Broms ir visai aktīvs elements, kas spēj tieši savienoties ar daudziem metāliem. Dabā bromu atrod tikai savienojumos. Tomēr broms nekad neveido plašus slāņus vai sāļu iegulumus.

Ikviens no mums ir lietojis bromā savienojumus, pats nemaz to nenojaušot. Bez bromā savienojumiem nevar iegūt nevienu fotouzņēmumu. Fotoplates, filmas un pat arī fotopapīrs klāti ar plānu želatīna un sudraba bromīda kārtu. Šim savienojumam ir liela gaismas jutība. Fotokamerā, iedarbojoties gaismai, sudraba bromīds lielākā vai mazākā mērā, atkarā no fotografējamā priekšmeta apgaismojuma sadalās bromā un sudrabā. Apstrādājot



filmu, iegūst negatīvu, no kura uz fotopapīra nokopē priekšmeta precīzu atveidu. Bez sudraba bromida grūti iedomāties fotogrāfiju, kino, vairākas eksakto zinātņu nozares u. tml.

Bromu 1826. g. atklāja Monpeljē koledžas jaunais pasniedzējs Ž. Balārs (1802.—1876.). Balāra atklājums padarīja viņa vārdu pazīstamu visā pasaulē. (Balārs pēc tam kļuva par profesoru Parīzē un par augstāko mācību iestāžu galveno inspektoru.) Šai sakarībā izcilais vācu ķīmiķis J. Lībigis teica: «Nevis

Balārs atklāja bromu, bet broms atklāja Balāru!»

Broms ietilpst indīgo, asarošanu izraisītāju vielu jeb lakrimatoru (piemēram, bromacetaona, brombenzilcianīda) sastāvā. Kā zināms, šīs vielas plaši lietoja pirmajā pasaules karā. ASV un citās kapitālistiskajās valstīs bromu saturošās vielas tagad izmanto policija darbaļaužu demonstrāciju izklīdināšanai un cīņai pret streikojošiem strādniekiem.

Broma savienojumus galvenokārt iegūst no sālsezeru ūdens. Bromu iegūst arī no jūras ūdens, to iztvaicējot sekļajos ūdens baseinos un pēc tam iegūto sāļu šķīdumu apstrādājot ar hloru.

APSLĒPTĀ GĀZE

36. Kriptons — Krypton (Kr)

Pēc tam kad atklāja inertās gāzes — argonu 1894. g. un hēliju 1895. g., vajadzēja tikai paskatīties uz Mendelejeva periodisko sistēmu, lai pārliecinātos, ka dabā pastāv citas līdzīgas gāzes. Viens no argona atklāšanas autoriem Rāmzejs rakstīja: «... tās noteikti jāatrod atmosfērā, lai cik maz to tur būtu». Lai tās atrastu, bija nepieciešami vairāki gadi. 1898. g. no gaisa izdalīja inertu gāzi. To bija ļoti grūti atrast un izdalīt, tāpēc to nosauca par kriptonu (grieķu valodā κρυπτός «apslēptais»). Cik grūti bija atrast šo gāzi, liecina tas, ka viens kubikmetrs gaisa

satur tikai vienu mililitru kriptonu. Šādu daudzumu varētu ietilpināt uzpirkstenī!

Spektroskopiskā izmeklēšana apstiprināja secinājumu par jauno elementu. «Apslēptajai» gāzei ir tādas līnijas spektrā, kādu nebija nevienai no tolaik pazīstamajām vielām.

Modernā tehnika dod iespēju iegūt kriptonu no gaisa ievērojamos daudzumos, un ir pamats apgalvot, ka kriptonu drīzumā aizstās inerto argonu elektriskajās spuldzēs. Jau tagad maisījumā ar ksenonu to izmanto kvēlspuldzēs. Ar kriptonu pildītas elektriskās spuldzes ir vēl ekonomiskākas: ar to pašu enerģijas patēriņu tās dod vairāk gaismas, labāk iztur pārslodzi un kalpo daudz ilgāk nekā parastās. Tas izskaidrojams ar to, ka mazkustīgie kriptonu atomi palēnina siltuma pārvešanu no kvēldiega uz spuldzes stiklu un samazina metāla iztvaikošanu no kvēldiega virsmas.

Ir zināmi 6 stabili kriptonu izotopi. Visvairāk (57,02%) dabiskajā maisījumā ir izotopa ar masas skaitli 84. No lielā skaita (apmēram diviem desmitiem) mākslīgi iegūto radioaktīvo izotopu praksē visvairāk ieviesies izotops ar masas skaitli 85.

Kriptonu radioaktīvo izotopu — kriptonu-85, kas intensīvi izstaro β -stārus, izmanto speciālu lampu pildīšanai, kurās radioaktīvā starojuma enerģija pārvēršas redzamā gaismā. Šādas spuldzes sastāv no stikla balona, kura iekšējās sienas klātas ar fosforescējošu sastāvu. Kriptonu-85 β -stāri, krītot uz fosforescējošo sastāvu, izraisa tā spīdēšanu, kas labi saskatāma pat 450—500 metru tālumā.

Triju metru attālumā no šādas spuldzes var pilnīgi brīvi lasīt avīzi. Šādas spuldzes kalpo ļoti ilgi (kriptonu pussadalīšanās periods — 8,5 gadi), tās darbojas neatkarīgi no strāvas avota un ārējiem apstākļiem.

Dažādu slimību diagnosticēšanā ļoti svarīgi ir konstatēt, kāds daudzums asiņu noteiktā laika vienībā iztek caur dažādu orgānu (smadzeņu, nieru u. tml.) asinsvadiem. Šim nolūkam izmanto kriptonu-85. To ievada organismā caur plaušām, ieelpojot gaisu ar zināma daudzuma kriptonu piejaukumu. Pēc tam ar radiometrisko aparāturu konstatē, cik ātri ar šo gaisu, kas izšķīdinās asins plūsmā, piesātinās attiecīgais orgāns.

Šī metode ir pavisam nekaitīga, jo kriptonu no orgā-

nisma ātri izdalās, neatstājis nekādu kaitīgu ietekmi uz organismu.

Pēc vairāku ksenona, hēlija un citu cēlgāzu savienojumu iegūšanas jēdziens inertā gāze jāuzskata par pagaidu un nosacītu.

«Uzbrukums» kriptonā noturībai, neaktivitātei, ķīmiskajam inertumam sākās tūlīt pēc tam, kad pusotra gada laikā, sākot ar 1962. g., ieguva vairāk nekā 20 dažādus ksenona savienojumus ar fluoru un skābekli. Tieši tad ķيميķi ieguva pilnīgas tiesības teikt: «Inertās — nav inertas!»

Ultravioleto staru iedarbība uz šķidrā kriptonā un fluora maisījumu vai elektriskā izlāde šādā maisījumā deva iespēju iegūt attiecīgi kriptonā difluorīdu un tetrafluorīdu.

Nē, inertās — nav inertas!

TUMŠSARKANAIS «NEAIZSKARAMAIS»

37. Rubīdijs — Rubidium (Rb)

Par tumšsarkano šis viegls kūstošais (kūst 39°C temperatūrā) metāls nosaukts nevis savas krāsas dēļ. Pēc īpašībām tas visai līdzīgs kālijam, ir sudraba krāsā un ar metālisku spīdumu. Savu nosaukumu šis metāls ieguvis pēc sarkanajām līnijām spektrā, pēc kurām to 1861. g. arī atklāja vācu ķيميķis R. Bunzens (1811.—1899.) un fiziķis G. Kirhhofs (1824.—1887.). Rubīdija savienojumi ir nātrijs un kālijs savienojumu pastāvīgi pavadoņi. Visbagātākie ar rubīdija savienojumiem ir dažu minerālavotu ūdens un vairāki vulkāniskās izcelsmes minerāli (lepidolīts, litija vizla). Rubīdija atomi sastāda tikai 0,006% no zemes garozas atomu kopīgā skaita.

Atsevišķas augu sugas selektīvi uzsūc no augsnes rubīdija savienojumus. Tie uzkrājas lapās un skujās. Sevišķi daudz rubīdija ir dažās biešu šķirnēs. Rubīdiju no 0,5 līdz 1 mg vienā litrā satur arī vīnogu sula. Dzīvnieku organismos rubīdijs koncentrēts eritrocītos un dažās muskuļu grupās (cilvēkam — sirds muskulī).

Rubīdijs ir metāls, ko varētu nosaukt par ķīmiski neaizskaramo. Tas ir aktīvāks par kāliju un nātrijs. Saskaņoties ar gaisu, tas spontāni uzliesmo un sadeg ar spilgtu iesārti violetu liesmu. Reaģējot ar ūdeni, tas rada sprādzienu, tikpat strauji tas reaģē, saskaņoties ar fluoru, hloru, bromu, jodu, sēru. Kā īsts «neaizskarulis» rubīdijs

jāsargā no ārējām iedarbībām. Šim nolūkam to ievieto traukos, kas piepildīti ar sausu petroleju. Rubīdijs ir smagāks par petroleju (rubīdija blīvums $1,5 \text{ g/cm}^3$) un nereaģē ar to.

Rubīdijs sastāv no diviem izotopiem (^{85}Rb , ^{87}Rb), no kuriem viens (^{87}Rb) ir radioaktīvs elements; tas lēnām emitē elektronu plūsmu, pārvēršoties stroncijā. Tā pus-sabrukšanas periods ir 50 miljardu gadu.

Rubīdija visbrīnišķīgākā īpašība ir tā dīvainā jutība pret gaismu. Gaismas staru iedarbībā rubīdijs kļūst par elektriskās strāvas avotu. Šo parādību, t. i., elektriskās strāvas rašanos gaismas iedarbībā, sauc par fotoefektu. Rubīdija fotoelektriskās īpašības dod iespēju izmantot to fotoelementu izgatavošanai. Fotoelementi ir elektriskas ierīces, kurās gaismas enerģija tieši pārvēršas elektriskajā. Fotoelementus patlaban plaši lieto skaņu kinematogrāfijā, televīzijā, sarežģītu ražošanas procesu automatizācijā, agregātu un mašīnu vadīšanai no attāluma, starp citu, arī atomtehnikā.

Rubīdija hlorīdus, bromīdus, jodīdus izmanto medicīnā kā sāpes remdinošu un nomierinošu līdzekli. To lieto arī epilepsijas ārstēšanai.

METĀLS, KAS APDRAUD CILVĒCI

38. Stroncijs — Strontium (Sr)

1787. g. Rietumskotijā Stronšenas (Strontian) sādžīnas tuvumā atrada līdz tam vēl nepazīstamu minerālu, ko pēc atrašanas vietas nosauca par stroncianītu.

Par stroncianītu ieinteresējās angļu pētnieks A. Kroufords. Pētījot stroncianīta ķīmiskās īpašības, A. Kroufords izteica varbūtību, ka tajā atrodas līdz šim vēl nezināma «zeme».

Neatkarīgi no tā krievu ķīmiķis T. Lovics (1757.—1804.), pētījot minerālu barītu, 1792. g. secināja, ka tajā bez bārija oksīda kā piemaisījums atrodas arī «stroncija zeme». Būdams ļoti piesardzīgs savos secinājumos, Lovics neuzdrošinājās publicēt savu atklājumu, iekams nebija pabeidzis rūpīgi pārbaudīt savus izmēģinājumus, kuriem bija nepieciešams daudz vairāk «stroncija zemes», nekā viņa rīcībā bija sākumā. Bet, kad Lovica pētījumi bija pabeigti un to rezultāti sagatavoti publicēšanai rakstā «Par stron-

cija zemi smagajā špatā», viņš saņēma no ārzemēm ķīmijas žurnālus, kuros bija izklāstīti vācu ķīmiķa M. Klaprota pētījumi, kas pilnīgi sakrita ar Lovica iegūtajiem rezultātiem.

Tā Lovics pilnīgi neatkarīgi no Klaprota un angļu ķīmiķa T. Hopa, kas 1792. g. pierādīja, ka stroncianīta atrodas jauns metāls, tajā pašā gadā pierādīja, ka šis metāls ir arī jaunajā minerālā, ko tagad nosauca par celestīnu. Brīvā veidā jauno metālu izdalīja 1808. g. H. Dēvi un pēc stroncianīta, kurā pirmo reizi atrada tā «zemi» — metāla savienojumu ar skābekli, nosauca to par stronciju.

Brīvā veidā tas ir sidrabaini spīdošs, viegls ($2,6 \text{ g/cm}^3$), diezgan miksts, sārmainš metāls, kas kūst par 750°C augstākā temperatūrā un virst par 1300°C augstākā temperatūrā. Stroncija gaistošie savienojumi dod liesmai spilgti karmīnsarkanu krāsu, tāpēc tā sāļus sāka izmantot pirotehnikā.

Krievijā stroncija dabiskos savienojumus izmantoja pirotehniskos sastāvos jau Pētera I un Katrīnas II laikos «rotaluģuņu» iegūšanai. Bez tām neiztika nevienos svētkos, ar kuriem Katrīna II tā milēja rotāt savu valdīšanu.

Kā liesmas krāsvielu stroncija savienojumus lietoja daudzus gadus. Liesmā, ko stroncija sāļi krāsoja asinssarkanā krāsā, noraudzījās ļoti daudz cilvēku. Signālrakešu sarkanajā gaismā, kas kā zibens pāršķēla nakts tumsu, devās uzbrukumā kareivji, steigoties preti uzvarai vai nāvei. Ne vienu reizi vien preti sarkanās raketes tālajai gaismai abu pusložu okeānos devās jūrnieceki palīgā nelaimē nokļuvušiem cilvēkiem. Un cik bieži cilvēki ievērojamo notikumu gadadienās, tautas svētkos un svinībās jūsmoja par sarkanajām «stroncija» ugunīm, kas krāšņi uzplauka nakts debess biezajā zilgmē.

Tāpēc nav nejaušība, ka akadēmiķis A. Fersmans (1883.—1945.) savā brīnišķīgajā grāmatā «Saistošā ģeokīmija» stronciju nosauca par «sarkano uguņu metālu». Tiešām, ilgu laiku raķešu liesmas krāsojums faktiski bija vienīgā nozare, kur zināja par stronciju un tā savienojumiem un kur tos lietoja arī praktiski.

Taču, apgūstot atomenerģijas noslēpumus, paveras plašas perspektīvas dažu stroncija mākslīgo radioizotopu praktiskai izmantošanai.

Daudzsološa šai ziņā ir stroncija radioizotopu lietošana atomu elektrisko bateriju ražošanā kosmiskajām raķetēm

un Zemes mākslīgajiem pavadoņiem. Atomu elektrisko bateriju darbība pamatojas uz radioaktīvā stroncija spēju izstarot elektronus, kuriem piemīt liela enerģija. Radioaktīvā stroncija elementi, kas savienoti baterijā sērskociņu kārbīņas lielumā, spēj nepārtraukti dot enerģiju daudzus (15—25) gadus.

Atomu baterijas, kas darbojas ar radioaktīvo stronciju, bez šaubām, izmantos telefonos, radioaparātūrā u. tml. Šveices pulkstenmeistari, piemēram, sekmīgi lietoja stroncija baterijas elektrisko pulksteņu nepārtrauktai darbībai.

Kanādā, uz Aksela Heibergera salas, stroncija radioizotopu izmanto automatiskās meteoroloģiskās stacijas darbā. Par enerģijas avotu šai stacijai lieto 0,4 kg stroncija radioizotopa (^{90}Sr), kas ieslēgts speciālā trīskārtainā kaušējuma un aizsargāts ar svina ekrānu. Siltumu, kas rodas stroncija radioaktīvajā sabrukumā, termopāris pārvērš elektriskajā enerģijā. Enerģija tiek akumulēta baterijās, kuras baro aparātus, kas mēra temperatūru, barometrisko spiedienu, vēja ātrumu un virzienu. Iegūtos datus pieraksta ar speciālu ierīci un pārraida pa radio ar diviem tranzistoru raidītājiem vairāk nekā 1500 km tālu. Visa aparātūra iemontēta tērauda cilindrā, kura augstums 2,5 m, diametrs 0,65 m un kopējais svars 1 t. Meteoroloģiskā stacija paredzēta 2—3 gadu darbībai bez apkalpojošā personāla.

Stroncija-90 radioaktīvo izotopu¹ iegūst ne tikai kodolreaktoros kopā ar citiem kodola sabrukšanas produktiem, bet arī sprāgstot atombumbai, kas satur toriju un urānu. Šai gadījumā radioaktīvais stroncijs-90 visai reāli apdraud cilvēces veselību un dzīvību.

Daudziem zināms, ka vēl nesen pasaulē sistemātiski tika izdarīti atomsprādzieni. Tagad pieņemts likums, kas aizliedz šādus izmēģinājumus uz zemes, gaisā un ūdenī. Bet ne visiem zināms, kādas briesmas draudēja zemeslodes iedzīvotājiem no šādiem sprādzieniem. Daudzi domā, ka atomsprādzienu drausmīgo spēku nosaka tie paši faktori, kas darbojas, sprāgstot parastajām bumbām, tikai ar to atšķirību, ka atomsprādzienu postošo faktoru iedarbība izplatās desmitiem un simtiem miljonu reižu lielākā platībā.

¹ Patlaban zināmi 14 stroncija radioaktīvie izotopi ar masas skaitli no 80 līdz 97, kam dzīvības ilgums, izņemot stronciju-90, ir neliels (pusabrukšanas periods ir no minūtes desmitdaļas līdz 65 dienām).

Taču ir liela atšķirība starp atomsprādzienu un ar parastām sprāgstvielām pildītas bumbas sprādzienu ne tikai pēc izdalītās enerģijas daudzuma, bet arī pēc tās kvalitātes. Atšķirībā no visām cilvēces vēsturē līdz šim lietotajām sprādziena iekārtām atomiekārtas sprādziens bez parastajiem postošās iedarbības faktoriem — trieciena viļņa, lidojošām šķembām, siltuma un gaismas starojuma, ir arī spēcīga radioaktīvā starojuma un dažādu radioaktīvo vielu avots.

Vārdu sakot, šādā sprādzienā rodas ap simt radioaktīvu izotopu, kas atbilst ķīmiskajiem elementiem, kuri izvietojusies Mendelejeva elementu tabulas vidū ar kārtas (atomu) skaitļiem no 30 līdz 63. Šo radioaktīvo izotopu pussabrukšanas periodi (dzīves ilgumi) ir visai dažādi un svārstās no dažām sekundēm līdz desmitiem tūkstošiem un pat... miljoniem gadu!¹ Bez tam neitronu plūsma, kas rodas kodola ķēdes reakcijā, iedarbojoties uz apkārtējo vielu atomu kodoliem, arī pārvērš tos no parastajiem radioaktīvajos. Rodas tā saucamā inducētā radioaktivitāte. Tā, piemēram, silīcijs, kas ietilpst daudzu iežu un minerālu sastāvā un ir mālu un smilts obligāta sastāvdaļa, pārvēršas radioaktīvajā izotopā — silīcijā-31, kura pussabrukšanas periods ir 2 stundas un 36 minūtes; kalcijs, ko dzīvā daba izmanto, lai radītu savus atbalstveidojumus — kaulus, vairogus, gliemežnīcas u. tml., un kas ir krita, marmora, kaļķu sastāvdaļa, pārvēršas radioaktīvajā kalcijā-45 ar pusgada ilgu pussabrukšanas periodu; atmosfēras slāpekļis neitronu iedarbībā pārvēršas par radioaktīvo ogļekli-14 utt.

Atkarā no sprādziena spēka virszemes sprādzienā no zemes virsmas tiek izrauts un izsviests 10 līdz 100 miljonu t zemes; ievērojama daļa no tās līdz ar citiem radioaktīviem produktiem tiek pacelta atmosfērā 8—15 un vairāk kilometru augstumā.

Sprādziena augstā temperatūra (no dažiem simtiem tūkstošu līdz miljonam grādu) pārvērš gāzveida stāvoklī lielāko daļu vielu, kas izsviestas atmosfērā. Bet, lai cik augstu atmosfērā tiktu aizrauti radioaktīvie produkti, tie atdziestot un sabiezējoties sāk nosēsties uz kontinentu un

¹ Starp tiem bez stroncija-90 bīstams ir cēzijs-137 (kārtas skaitlis 55), kura pussabrukšanas periods ir 33 gadi, un pats bīstamākais — rubidijs-87 (kārtas skaitlis 37), kura pussabrukšanas periods — $5,1 \cdot 10^{10}$ gadu!

okeānu virsmas. Tieši zemeslodes piesārņošanā ar radioaktīvajiem produktiem arī slēpjas eksperimentālo sprādzienu galvenās un lielākās briesmas.

Kādas briesmas draud cilvēcei no zemes virsmas radioaktivitātes palielināšanās?

Galvenās briesmas ir cilvēka organisma iekšējās radiācijas līmeņa paaugstināšanās. Radioaktīvie izotopi ķīmiski ne ar ko neatšķiras no parastajiem elementiem. Rodoties tie piedalās vielu vispārējā riņķojumā dabā, un daži, tajā skaitā arī stroncijs, ātri iekļūst dzīvajos organismos. Šai ziņā nekāds izņēmums nav arī cilvēka organisms.

Radioaktīvā stroncija izotops cilvēka organismā nokļūst dažādi. Ēdot zāli, kas satur radioaktīvo stronciju, mājlopi to asimilē. Tas nonāk dzīvnieku audos, asinīs un pienā. Ar mājlopu pienu un daļēji ar mājlopu un meža dzīvnieku gaļu cilvēka organisms asimilē stronciju-90.

Apmēram tādu pašu ceļu veic stroncijs, kas nosēdies uz ūdens baseinu virsmas. Seit to aktīvi uzsūc planktons un ūdensaugi. No tiem stroncijs nokļūst ūdens dzīvnieku un zivju organismos. Kopā ar uzturā patērēto zivs gaļu, ikrēm un aknām stroncijs nonāk cilvēka organismā.

Bet ir vēl otrs, daudz īsāks ceļš, kā stroncijs nokļūst cilvēka organismā — cilvēkam tieši patērējot ēdienā augļus un citus augu produktus.

Tā notiek cilvēka organisma piesātināšana ar stroncija radioaktīvo izotopu. Acīmredzot, ja netiktu pārtraukti atomsprādzienu izmēģinājumi, iekšējās radiācijas līmenis nepārtraukti celtos. Šai gadījumā organisma piemērošanās spēju robežas attiecībā pret radioaktīvo starojumu darbību diezgan ātri būtu pārsniegtas. Bet tas draudētu ar tādām slimīgām parādībām, kuru apmērus, raksturu un sekas tagad pat grūti paredzēt.

Pamatojoties uz datiem, kas gūti izmēģinājumos ar dzīvniekiem, noskaidrots, ka ilgstoša nelielu radiācijas devu iedarbība saīsina organisma mūžu un rada priekšlaicīgu novecošanos; dzīvnieki biežāk saslimst ar kaulu ļaundabīgajiem audzējiem un ļaundabīgo mazasinību (leikēmiju); plašumā vēršas infekciju slimības, rodas dažādi nervu sistēmas traucējumi un, beidzot, kas, protams, ir visdrausmīgākais, tiek traucēts iedzimtības mehānisms.

Izmēģinājumos ar dzīvniekiem konstatēta radiācijas postošā iedarbība uz pēcnācēju veidotāju šūnu iekšējo

struktūru. Radiācija bojā dezoksiribonukleīnskābes molekulas, kuras ir iedzimstošo pazīmju nesējas, un rezultātā notiek strauja novirzīšanās no normas (mutācija)¹, kas izpaužas dažādos organisma funkciju traucējumos (psihiska nepilnvērtība, hemofilija, albinisms, šizofrēnija u. c.) vai anatomiskās anormalitātēs (dažāds kroplums).

Statistiski pierādīts, ka mutāciju biežums ir tieši proporcionāls apstarošanas vispārējai devai. Statistiski izvērtējot datus par cilvēka organisma iedzimtības traucējumu skaita palielināšanos, konstatēts, ka gadījumā, ja atomsprādzienu mēģinājumi turpinātos tādā pašā tempā kā 1954.—1957. g., nākošā gadsimta sākumā ik gadus piedzimtu ne mazāk par 95 tūkstošiem bērnu ar smagiem iedzimtības traucējumiem (kā, piemēram, kropli, intelektuāli neattīstīti u. tml.).

Daudzajās zinātniskajās konferencēs vispusīgi apsprietas briesmas, kas draud cilvēcei sakarā ar zemes pastiprinātu piesārņošanu ar atomsprādzienu radioaktīvajiem produktiem un sevišķi ar radioaktīvo stronciju. Tā, piemēram, pirmā Pagvošas konference (1957. g. jūlijā) īpaši atzīmēja, ka, ASV turpinot atomieroču sistemātisku izmēģināšanu, tuvākajos desmit gados ne mazāk par 100 000 cilvēku saslims ar kaulu sarkomu, leukēmiju un ar smagiem iedzimtiem organisma traucējumiem.

Tādas lielas briesmas slēpj sevī viens no šī nevainīgā metāla radioaktīvajiem izotopiem. Gadsimtiem cilvēkiem likās, ka stroncija tvaiki, krāsodami raķešu liesmu spilgtā signāla krāsā, kalpo labai lietai — brīdinot par briesmām vai vēstijot priecīgu notikumu. Bet faktiski tie it kā brīdināja cilvēci par šī metāla atomu dzīlēs slēptajām nāves briesmām.

Par atomsprādzienu izmēģinājumu pārtraukšanu neatlaidīgi cīnās Padomju Savienība, kas stāv progresīvās un saprātīgās cilvēces priekšgalā. Rezultātā tika parakstīts Maskavas līgums par atomieroču un ūdeņraža ieroču izmēģinājuma sprādzienu aizliegšanu trijās sfērās. Diemžēl, līdz šim vēl ne visas valstis parakstījušas šo līgumu.

¹ Mutācija (no latīņu vārda *mutatio* — «pārmaiņa», «izmaiņa») — krasa novirzīšanās vai organisma jaunas pazīmes, īpašības veidošanās ārējās vides neparastas iedarbības (ķīmiskas, radiācijas, kosmiskas u. tml.) ietekmē.

RADIOAKTIVAIS UN BAISMIGAIS

39. Itrijs — Yttrium (Y)

1788. g. jūlijā zviedru armijas leitnants Karls Arēniuss, ķīmiķis un kaislīgs kolekcionārs-mineralogs, nolēma savu atvaļinājumu pavadīt nelielajā Iterbijas ciemā netālu no Stokholmas. Saviem mineraloģijas pētījumiem Arēniuss izraudzījās vecu, pamestu karjeru Iterbijas apkaimē. Atvaļinājums nebija pagājis velti — vecais karjers nepievīla. Tajā Arēniuss atrada līdz šim vēl nepazīstamu minerālu. Tas bija melns, smags akmens, kas pēc ārējā izskata atgādināja asfaltu vai akmeņogles.

Ar prieku, kādu pazīst tikai ģeologi izlūki, īstie kolekciju krājēji un cienītāji, leitnants Arēniuss aplūkoja saules staros blāvi mirgojošo melno akmeni. Viņš, protams, nevarēja nojaust, ka tur rokās minerālu, ar kuru sāksies ķīmijā visinteresantākā vēsture — vēsture par retzemju elementiem.¹

Par godu sādžiņai, kuras nosaukumu nav viegli atrast pat vislielākajās ģeogrāfiskajās kartēs, minerālu nosauca par iterbītu.

Pēc septiņiem gadiem iterbīta paraugs nonāca pazīstamā somu ķīmiķa Juhana Gadolīna rokās. Rūpīgi izpētījis paraugu, Gadolīns atrada tajā nepazīstama elementa oksīdu. Pēc vairākām īpašībām tas atgādināja gan kalcijs oksīdu, gan bija līdzīgs alumīnija oksīdam. Trīs gadus pēc Gadolīna analīzes Zviedrijā pazīstamās Upsālas universitātes ķīmijas profesors A. Ekebergs atkārtotā analīzē apstiprināja Gadolīna secinājumu. Nepazīstamā elementa oksīdu nosauca par itrija zemi, bet minerālu par godu Gadolīnam, kas pirmais izdārija iterbīta rūpīgu analīzi, — par gadolīnītu.

1828. g., apstrādājot itrija oksīdu ar hloru un pārvēršot tajā ieslēgto jauno elementu hlora savienojumā, Fridriham Vēleram izdevās ar metāliskā nātrija palīdzību izdalīt no itrija hlorīda jaunu metālu.

Itrijs ietilpst sarežģīto un zemes garozā izkļiedēto minerālu sastāvā, to ļoti grūti izdalīt, tāpēc itriju iegūst

¹ Pēc to oksīdu — «zemju» vārda. Sos elementus kopumā apzīmē TR (*terra rara* «retā zeme»). Pie tiem pieskaitāmi itrijs, lantāns un 14 elementu — lantanīdu grupa. Tiem tuvu stāv arī skandījs un torijs. — *Tulk. red.*

niecīgos daudzumos. Tā kā arī tehnikā pieprasījums pēc itrija ir mazs, tad tas viss aizkavēja šī metāla ražošanu.

Ar to arī izskaidrojams, kāpēc itrijs izpētīts samērā maz; pat vēl tagad tā svarīgākās fizikālās konstantes dažādās rokasgrāmatās joprojām tiek minētas dažādi. Tā, piemēram, Dž. Keja un T. Lebi fizikālo un ķīmisko konstanšu tabulās, kas izdotas 1962. g., sniegti šādi skaitļi: blīvums — $4,6 \text{ g/cm}^3$, kušanas temperatūra — 1500, viršanas temperatūra — 3000°C . I. Goronovska, J. Nazarenko, J. Nekrjača ķīmijas rokasgrāmatā, kas nākusi klajā tai pašā gadā, šīm pašām konstantēm sniegtas citas vērtības: blīvums — $5,51 \text{ g/cm}^3$, kušanas temperatūra — 1490, viršanas temperatūra — 2500°C , pie kam pēdējais skaitlis dots iekavās.

Turpretī daudzās agrāku gadu rokasgrāmatās fizikālo konstanču ailēs iepretī itrija simbolam nereti redzama tikai jautājuma zīme.

Ievērojami labāk izpētīti daudzie itrija radioaktīvie izotopi. Interese par dažiem izotopiem pēdējā laikā arvien pieaug. Šo interesi izraisīja okeānu ūdeņu radioaktīvā piesārņošanās, kas novērojama pēdējos desmit gados sakarā ar sistemātiskajiem eksperimentālajiem atomsprādzieniem, ko ASV izdara Klusajā okeānā, kā arī sakarā ar radioaktīvo atkritumu nogulsnešanos okeānos.

Kā tagad kļuvis zināms, kādu gadu pēc amerikāņu atomsprādziena Bikini atola rajonā, radioaktīvās vielas, kas radās šī sprādziena rezultātā, izplatījās vairāk nekā $3,5 \text{ milj. km}^2$ lielā akvatorijā platībā. Sākot ar 1954. g., konstatēts, ka Klusā okeāna zivis kļuvušas par radioaktīvo piesārņojumu nesējām. Japāņu zinātnieki pirmo reizi cilvēces vēsturē bija spiesti izstrādāt speciālas radiometrisko pētījumu metodes, lai kontrolētu zivis, kuras tika piegādātas Japānā gan svaigā, gan saldētā veidā. Misaki, Tokio, Simidzu, Sogamas, Jandzu ostās darbojas speciālas radiometriskās stacijas pārdošanai atvesto zivju radioaktivitātes pārbaudei. Šie pētījumi konstatēja, ka laikā no 1954. g. marta līdz novembrim no 2042 kuģu zivju krāvām 312 vajadzēja izbrāķēt.

Pēc padomju zinātnieku pētījumiem 1960. un 1961. g. konstatēts, ka zivju resursi pasaules okeānos reāli apdraudēti.

Sevišķi lielas radioaktīvās saindēšanās briesmas draud zivju ataudzēšanai. Izmēģinājumi, kas veikti ar dažādu

rūpniecisko zivju ikriem, pierādījuši, ka radioaktīvā itrija-90 (kas rodas stroncija β -pārveidošanās rezultātā) koncentrācija ikros ir daudz lielāka nekā pieauguša organisma audos.

Būdam β -starojuma avots, radioaktīvais itrijs koncentrējas zivju ikros. Rezultātā liels daudzums ikru iet bojā, embrijiem rodas dažādas kroplības, un tikai mazs procents zivju mazuļu izdzīvo. Itrijs-90 spēj adsorbēties uz bioloģiskām virsmām kļūst par lielām briesmām visiem jūras organismiem, sevišķi planktonam, kura masa veido milzīgu virsmu.

Šie fakti liecina arī par Klusā okeāna daudzo salu iedzīvotāju radioaktīvās saindēšanās briesmām, jo okeāna ūdeņi ne tikai apskalo šīs salas, bet apgādā to iedzīvotājus ar pārtiku. Tagad šī pārtika amerikāņu aukstā kara piekritēju rīcības dēļ saindēta ar radioaktīviem elementiem — ar atombumbu eksperimentālo sprādzienu šķembām.

AUGSTO TEMPERATURU TEHNIKAS METĀLS

40. Cirkonijs — Zirconium (Zr)

Kādā samērā nesen izdotā ķīmijas mācību grāmatā teikts: «...acīmredzot cirkoniju nākotnē izmantos praktiski, taču grūtības tīra metāla iegūšanā vedina domāt, ka tas nebūs tik drīz». Autors tomēr bija kļūdījies! Jau tagad cirkoniju izmanto visdažādākajās tehnikas nozarēs. Cirkonija un tā savienojumu ražošana ik dienas vēršas plašumā.

No varenās Volgas, kas pārvērš ūdens enerģiju elektriskajā strāvā, pāri upēm un pļavām, līdzenumiem un uzkalniem «soļo» elektropārvades līniju graciozie torņi. Tiem uzkarinātas izolatoru vītnes, kuru sastāvā ir cirkonija savienojumi... Kā zibens pie debess aiztraucas reaktīvā lidmašīna, atstājot pēc sevis saplosītā gaisa dārdoņu. Arī šādas lidmašīnas dzinēja daļas, kas strādā augstā temperatūrā, satur cirkoniju.

Cirkonijs ir augstu temperatūru, milzīgu ātrumu un milzīgu jaudu metāls. Cirkonija dioksīds ir viena no visgrūtāk kūstošajām vielām dabā. Tas kūst 2700—2900°C temperatūrā un sakausētā stāvoklī ir ārkārtīgi noturīgs pret visdažādākajām ķīmiskajām iedarbībām. Tāpēc cirkonija

dioksīdu lieto, lai izgatavotu ugunsturīgus izstrādājumus — tīģeļus kvarca kausēšanai, ķieģeļus metalurģisko krāšņu sienu mūrēšanai, ugunsturīgas emaljas, grūti kūstošu stiklu. Cirkonija dioksīdam ir brīnišķīga īpašība — temperatūras iedarbībā tas visai niecīgi maina savu apjomu. Tāpēc kausēšanas krāšņu sienas, kas izgatavotas no cirkonija dioksīda, nesaplaisā sakarstot un atdziestot. Šī īpašība ievērojami palielina krāšņu ekspluatācijas laiku.

Vienā no rūpnīcām mūsu zemē apgūta ļoti augstvērtīga ugunsturīga materiāla ražošana. Šis materiāls pēc savas šihtas komponentiem — retā minerāla badeleīta (brazilīta) un korunda nosaukts par «Bakoru-33». Badeleīts, kas ietilpst šihtas sastāvā kā piemaisījums cirkonija dioksīdam, satur hafnija dioksīdu, kura kušanas temperatūra pārsniedz pat cirkonija dioksīda kušanas temperatūru. Iegūtais ugunsturīgais materiāls nav sliktāks par slaveno un pasaulē vislabāko ugunsturīgo materiālu «Korhard-CAK», ko ražo franču firma «Electro refractor». Izmantojot šo ugunsturīgo materiālu stikla krāšņu baseinu būvē, rodas iespēja pagarināt šo krāšņu ekspluatācijas laiku vairāk nekā divas reizes un paaugstināt stikla kausēšanas temperatūru līdz 1500—1600°C. No ugunsturīgā cirkonija materiāla izgatavots arī cilindrveida dozators pasaulē vislielākajai iekārtai nepārtrauktai kausētā tērauda pārlišanai Doņecas metalurģiskajā rūpnīcā. No ugunsturīgā cirkonija materiāla izgatavo cilindrus un pasaulē visgarākās caurules augstu temperatūru mērīšanai martenkrāsnīs.

Cirkonijs, nelielos daudzumos (0,1%) piemaisīts tēraudam, stipri palielina tā cietību un stīgrību; tas ir ļoti svarīgi, lai izturētu īslaicīgus, bet ļoti stiprus triecienus. Tāpēc cirkonija tēraudu lieto bruņu plākšņu un vairogu izgatavošanai. Piejaucot varam cirkoniju, krasi palielinās vara izturība, gandrīz nepazeminoties tā elektrovadāmībai. Cirkonija sakausējumam ar alumīniju un magniju ir liela izturība un noturība 150—200°C temperatūrā. Metāliskā cirkonija pulvera maisījumu ar degošiem savienojumiem lieto apgaismošanas raķešu izgatavošanai. Šādas raķetes dod ļoti stipru gaismu.

Jau senatnē bija pazīstams minerāls, kas satur cirkonija dioksīdu. Tas ir bezkrāsains un caurspīdīgs vai tumšbrūni oranžs, sārts ar spēcīgu dimanta spīdumu. Šo minerālu sauca par hiacintu, jacintu, jargonu. Meklējot izskaidro-

jumu vārdam «circonijs», jāpievēršas, tiesa, bez sevišķiem panākumiem, austrumu valodām. Tā, piemēram, arābu vārds *zarkun* nozīmē «zelta krāsa», «zeltainais», un tā sauc cirkoniju saturošā minerāla cirkona dažus paveidus. Acīmredzot no šī zeltaini dzeltenā minerāla nosaukuma arī cēlies nosaukums — cirkons.

Jauno elementu, kura oksīdu šajā minerālā 1787. g. atklāja M. Klaprots, nosauca par cirkoniju. Trīsdesmit septiņus gadus pēc tam zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss ieguva cirkoniju brīvā veidā kā amorfu pelēku pulveri. Taču pagāja gandrīz vesels gadsimts, iekams ieguva cirkoniju samērā tīrā veidā. Bet arī tad vēl neviens noteikti nezināja tā ķīmiskās īpašības. Vēl vairāk, nebija pat vienota uzskata par tā fizikālajām īpašībām. Pēc dažu pētnieku domām circonijs ir ciets, bet trausls metāls, kura blīvums — $6,4 \text{ g/cm}^3$ un kušanas temperatūra 2350°C , citi turpretī apgalvoja, ka tas kūst 1860°C temperatūrā, bet tā blīvums nepārsniedz $6,1 \text{ g/cm}^3$. Tas izskaidrojams ar to, ka circonijs ļoti līdzīgs hafnijam, kas to vienmēr pavada un no kura tas grūti atdalāms. Kā zināms, hafnijs Mendelejeva tabulā ieņem 72. vietu.

Bija nepieciešamas milzīgas analītiķu pūles un ķīmiķu un fiziķu kopīgs darbs, lai atrastu metodi, kā iegūt tīru cirkoniju. Un tikai šī gadsimta četrdesmitajos gados, t. i., 150 gadu pēc cirkonija atklāšanas, ieguva tā tīros (līdz 99,99%) paraugus. Cirkonija, tāpat kā dažu citu retu metālu iegūšana sevišķi tīrā veidā kļuva iespējama pēc tam, kad izstrādāja oriģinālu metodi, ko nosauca par «jodīda» metodi. Piesārņoto metālu savieno ar jodu. Cirkonija jodīdu pēc tam ievieto cilindriskā traukā. Trauka centrā atrodas volframa pavediens, kas sakarsēts līdz 1400°C . Karšējot cirkonija jodīda savienojumu, tā tvaiki saskaras ar sakarsēto volframa pavedienu un sadalās tīrā metālā un joda tvaikos. Metāls nogulsņējas uz stieples. Diemžēl, metāls, kas iegūts šādā veidā, joprojām ļoti dārgs. Sakarsētais circonijs kāri absorbē apkārtējās vides gāzes. Uz tā pamatojas cirkonija lietošana metālu pulveru saķepināšanai, kā arī elektrovakuuma tehnikā. Istabas temperatūrā nenotiek cirkonija un gāzu mijiedarbība, 300°C temperatūrā tas aktīvi absorbē ūdeņradi, bet virs 400°C reaģē ar sērskābi un slāpekli. Pulverveida circonijs oksidējas daudz vieglāk un uzliesmo, jau to sakarsējot līdz $180\text{—}250^\circ\text{C}$.

Ir vēl viena nozare, kur cirkoniju lieto pašlaik un neierobežoti izmantos nākotnē. Tie ir atomdzinēji! Augstā kušanas temperatūra, izturība un, galvenais, neitronu inertums padara cirkoniju un tā sakausējumus par neaizstājamu materiālu atomdzinēju detaļu izgatavošanā.

No cirkonija izgatavo atomdegvielu «apvalku» — degvielu kasetes, kurās ievieto atomreaktoru degvielu elementus (urānu, urāna dioksīdu un citus). No cirkonija un urāna sakausējuma, kas bagātināts ar cirkonija apvalkā esošo izotopu, kura masas skaitlis ir 235, izgatavoti pirmās ASV atomzemūdenes «Nautilus» degvielu elementi.

Atomreaktoru siltumapmaiņas caurules, siltumaizsargājošie ekrāni, termoizolācijas aizvari un citas atomtehnikas detaļas — lūk, tā ir cirkonija un tā sakausējumu plašā izmantošanas sfēra mūsdienās.

NIOBE VAI KOLUMBS?

41. Niobijs — Niobium (Nb)

Kā apgalvo sengrieķu teika, Niobe — Tantalā meita, zaudējusi visus savus daudzus bērnus, aiz dvēseles sāpēm un pārdzīvojuma sastingusi un pārvērtusies akmenī, kas lējis asaras. Šis bēdu nomāktās mātes vārdā, kura apraudāja savu bērnu nāvi, vai arī pēc akmens, kas lējis asaras, nosauca ķīmisko elementu niobiju. Elementu 1801. g. atklāja angļu ķīmiķis Hetčets, nosaucot to par kolumbiju. Niobiju saturošie minerāli — kolumbīts un tantalīts ir ļoti reti. Tas ir viens no galvenajiem iemesliem, kāpēc niobija un tā savienojumu lietošana ir samērā ierobežota. Taču niobijs izceļas ar savām ārkārtējām tehniskajām īpašībām: augstu izturību pret koroziju, noturību pret ķīmiskajiem reaģentiem, grūto kūstamību (kūst 2415°C temperatūrā), izturīgumu. Piemaisot niobiju speciālām tērauda šķirnēm, krasi palielinās šo tēraudu metināto šuvju izturība. Tēraudi, kas satur no 1 līdz 5% niobija, ir ārkārtīgi karstumizturīgi, un tos lieto augstspiediena katlu un reaktīvo dzinēju izgatavošanai.

Cik «grūts» metāls niobijs ir tehnikai, var spriest kaut vai pēc šāda fakta. Šo elementu atklāja 1801. g., bet tīrā veidā izdalīja tikai 1905. g. Tātad bija nepieciešami 100 gadi, lai izstrādātu metodi tā iegūšanai.

Beidzot vēl viena interesanta tīrā niobija īpašība: tas ļoti labi absorbē ūdeņradi parastajā temperatūrā. Viens

grams niobija absorbē vairāk nekā 100 cm³ gāzes. Iesūc to kā sūklis! Bet šādu «sūkli» var «izspiest», tikai to stipri sakarsējot. Pat sakarsējot šādu niobiju līdz 900°C, katrs tā grams joprojām satur 4 cm³ ūdeņraža.

Sevišķi brīnišķīgas ir dažu niobija savienojumu īpašības. Tā, piemēram, niobija karbīdam ir augsta kušanas temperatūra un milzīga cietība. To izmanto, lai ražotu sevišķi cietus sakausējumus griežņu, urbju, cirtņu, uzgaļu utt. izgatavošanai.

Līdz 1950. g. amerikāņu un angļu literatūrā niobiju sauca par kolumbiju.

Šis nosaukums cēlies no minerāla kolumbīta (kurā elements atklāts), ko savā laikā izveda no Ziemeļamerikas un kas uzglabājas Britu muzejā. Minerāla nosaukuma izcelšanās saistīta ar Britu Kolumbijas provinci Kanādā. Vispār nosaukums «Kolumbija» plaši izplatīts Amerikas kontinentā. Par Kolumbiju nosauktas vairākas pilsētas un federālais apgabals ASV, upe Ziemeļamerikas rietumdaļā, valsts Dienvidamerikā u. c. Visi tie nosaukti par godu šī kontinenta atklājējam Kristoforam Kolumbam. Acīmredzot nav bez pamata dažu autoru domas, kuri šī elementa nosaukumu saista ar slavenā jūrasbraucēja vārdu.

1950. g. ķīmiķi vienojās par šī metāla vienotu nosaukumu visās valstīs, atstājot tam teiksmainās Niobes «vārdu», ko zinātnē 1844. g. ieviesis vācu ķīmiķis H. Roze, jo jaunais elements allaž sastopams kopā ar tantala savienojumiem (kā piemaisījums), bet Tantals, kā minējam apraksta sākumā, bija Niobes tēvs.

SAMURAJU ZOBENU NOSLĒPUMS

42. Molibdēns — Molybdaenum (Mo)

Cilvēka organismam ārkārtīgi nepieciešamā vārāmā sāls ir kā «uzsūkusi» tās sastāvā ietilpstošā hlora indīgās īpašības un metāliskā nātrija ārkārtīgo ķīmisko aktivitāti. Ķīmijā līdzīgas parādības nav izņēmums. Tā, piemēram, minerāls molibdenīts, kas bija pazīstams jau senatnē, arī ir savienojums, kura sastāvdaļām — molibdenam un sēram — pēc īpašībām nav nekā līdzīga ar pašu minerālu.

Ar molibdenītu var rakstīt kā ar grafīta zīmuli, vienīgi grafīts uz papīra atstāj pelēkmelnas pēdas, bet molibdena

svītrai uz papīra ir zaļganpelēka krāsa. Minerāla nosaukums — molibdenīts cēlies no grieķu vārda «μολυβδος», kas nozīmē «svins». Tas it kā norāda uz molibdenīta mazo cietību (kas līdzinās gandrīz talka cietībai) un svina pelēko krāsu. No molibdenīta ieguva savu nosaukumu elements molibdēns, ko molibdenītā 1782. g. atklāja zviedru ķīmiķis P. Hjelms.¹

Ķīmiski tīrā veidā molibdēns ir pelēkbalts, smags (blīvums 10,4 g/cm³), grūti kūstošs (kūst 2620°C) metāls, kas mehāniski labi apstrādājams. Jāatzīmē, ka metāliskā molibdena īpašības 20. gadsimta sākumā aprakstītas citādi nekā patlaban. Tas izskaidrojams ar to, ka tādas tā īpašības kā cietība, kušanas temperatūra, ķīmiskā aktivitāte stipri atkarīgas no metāla tīrības. Pat nelieli citu elementu piemaisījumi krasi izmaina metāliskā molibdena īpašības. Tāpēc nav jābrīnās, ka grāmatās, kas izdotas 20. gados, par molibdenu raksta kā par ļoti trauslu metālu, lai gan tīrais molibdēns, kas iegūts samērā nesen, viegli velmējams un kaļams.

Par molibdenu kā par metālu sāka interesēties pēc tam, kad uzzināja noslēpumu par samuraju asajiem zobeniem. Ilgu laiku metalurģiem neizdevās izgatavot tēraudu, kas būtu tik izturīgs, lai no tā izgatavotā aukstā ieroča asmens nekļūtu truls, tāpat kā truli nekļuva seno samuraju asmeņi. Taču beidzot seno meistaru noslēpums, ko jau pagājušā gs. 30. gados sāka minēt izcilais krievu metalurģs P. Anosovs, galu galā tika atklāts. Atklāja arī samuraju aso zobenu «noslēpumu». Izrādījās, ka to tērauda sastāvā bija molibdēns. Kad konstatēja, ka nelieli molibdena piemaisījumi labvēlīgi ietekmē tērauda īpašības, molibdēns kļuva par daudzu speciālistu uzmanības objektu. Drīz vien atklāja, ka, pievienojot tēraudam molibdenu, palielinās tā stīgrība un cietība; pirms tam jebkurš mēģinājums palielināt tērauda cietību parasti palielināja arī metāla trauslumu. Šis atklājums bija izdarīts 1886. g. Putilova rūpnīcā Pēterburgā.

Kad pirmā pasaules kara laukos 1914.—1918. g. parādījās pirmie angļu un franču «sauszemes drednauti» — neveiklie tanki, vācu artilērijas 75 milimetru šāviņi spēja

¹ Molibdena oksīdu no molibdenīta ieguva K. Sēle un nosūtīja tālākiem pētījumiem (sakausēšanai ar ogli) P. Hjelmam, jo pašam nebija kausēšanas krāsns. — *Tulk. red.*

viegli caursist to 75 milimetrus biezās bruņas, kas bija izgatavotas no cietā, bet trauslā mangāna tērauda. Bet, tikko bruņu tēraudam pievienoja 1,5—2% molibdena, tie paši šaviņi vairs nespēja caursist pat 25 milimetrus biezas bruņu plātes. Ievadot molibdenu tēraudu sastāvā, sevišķi kombinācijā ar hromu un volframu, neparasti palielinās to cietība un ķīmiskā noturība. Molibdena un volframa sakausējumiem ir tādas siltumizplešanās īpašības, kas dod iespēju tos lietot platīna vietā.

Pēc bruņu plāksnēm un lielgabalu stobriem pievērsisimies mums visiem zināmajai elektriskajai spuldzei. Skatoties uz spuldzi, kā saka, ar neapbruņotu aci, redzam stikla balonu, bet tajā — stiepli, ko sakarsē elektriskā strāva. Tuvāk iepazīstoties ar vielām, no kurām sastāv spuldzes elementi, noskaidrojam, ka spuldzes spilgti spīdošais pavediens izgatavots no volframa, bet āķīši, uz kuriem pakārts volframa pavediens, — no molibdena.

Elektronu spuldzē, kas ir modernās radiotehnikas pamats, smalkie pavedieni, kas notur katodu un anodu, pagatavoti no molibdena. Un nav nekāds brīnums: molibdēns taču ir ārkārtīgi ugunsturīgs. No molibdena un cirkonija sakausējuma izgatavo elektronu spuldžu anodus. Rentgena lampu antikatodus, spēcīgu sildkrāšņu spirāles arī izgatavo no metāliskā molibdena.

Daba ir samērā bagāta ar molibdenu. No visas zemes garozas atomiem 0,003% sastāda molibdena atomi. Molibdena savienojumu atradnes sastopamas daudzās zemeslodes vietās. Tās ir Amerikas Savienotajās Valstīs, Čīlē, Meksikā, Norvēģijā, Āfrikā. Molibdena rūdu atradnes ir arī Padomju Savienībā.

Molibdena iegūšana joprojām saistīta ar nopietnām grūtībām. Molibdena iegūšanas tehnoloģijas pamatā ļoti daudz ķīmisku operāciju, kuru rezultātā no molibdena rūdām iegūst molibdena trioksīdu. Bet ar to process vēl nebeidzas: molibdena trioksīds jāreducē līdz tīram metālam, bet tas nemaz nav tik vienkārši. Ar oglekli reducēt nevar, jo šajā gadījumā neiegūst vis tīru molibdenu, bet molibdenu ar karbīdu — ļoti cietu un trauslu vielu, kas noderīga tikai cietu sakausējumu iegūšanai — piemaisījumu. Tāpēc molibdena trioksīdu reducē ar ūdeņradi vai alumīnotermiski. Molibdena kušanas temperatūra ir ļoti augsta, tāpēc to iegūst pulvera veidā. Lai pulveri pārvērstu kompaktā metālā, jāveic vairākas t. s. pulvera

metallūrgijas operācijas — pulvera presēšana, aglomerēšana u. tml.

Lielākā daļa molibdena rūdas tiek pārstrādāta feromolibdenā — augstprocentīgā molibdena un dzelzs sakausījumā, kas nepieciešams galvenajam paterētājam — tērauda metallūrgijai.

Plaši lieto dažādus molibdena savienojumus. Daži no tiem ir labi katalizatori naftas pārstrādāšanā, citi turpretī ir teicamas krāsvielas audumiem, plastmasām un ādām.

Pieprasījums pēc molibdena ārkārtīgi pieaug. 20. gs. sākumā ieguva tikai dažas tonnas, bet 1950. g. visā pasaulē bija saražots jau desmitiem tūkstošiem tonnu.

Vislielākās molibdena atradnes ir Koimaksā — Kolorado štatā (ASV). Lai nepazeminātu šī metāla cenas, amerikāņu monopolisti nebūt nevēlas palielināt molibdena iegūvi. Piemērs ar molibdenu ir vēl viens spilgts pierādījums tam, ka kapitālisms kavē tehnisko progresu. Vienīgā rūpniecības nozare kapitālisma apstākļos, kur molibdenam plaši atvērtas durvis, ir kara rūpniecība.

1900. g. Demersejs atklāja, ka molibdēns pastāvīgi atrodas augu organismos. 1928. g. Menkins atrada molibdenu arī dzīvnieku organismos. Patlaban konstatēts, ka molibdēns nepieciešams gan dzīvnieku, gan augu organismu normālai attīstībai un dzīvībai. Augos molibdēns piedalās nitrātu fermentatīvās atjaunošanas procesos, pārvērdams šo savienojumu slāpekli par derīgu vielu aminoskābju un olbaltumu sintēzei. Bez tam molibdēns palīdz augiem asimilēt kalciju un pārstrādāt minerālfosforu un fosforu saturošos savienojumus. Ja augiem trūkst molibdena, tie zaudē spēju asimilēt nitrātu slāpekli, nīkuļo un iet bojā.

Šādas augu slimības novērojamas Kalifornijā, Jaunzēlandē, Tasmānijā, t. i., tajos rajonos, kur augsne ļoti maz molibdena.

Dzīvnieku organismos molibdēns ietilpst sevišķa fermenta (ksantīnoksidāzes) sastāvā; šis ferments piedalās to vielu apmaiņā, no kurām uzbūvēts šūnu kodols (purīnu vielumaiņa).

Ja dzīvnieku organismos nonāk pārāk daudz molibdena, tiem attīstās sevišķa slimība («molibdenoze»). Šīs slimības pazīmes ir caureja, izslaukumu samazināšanās, dzīvniekiem mainās spalvas krāsa, āda kļūst cieta u. c. Māj-

lopu (liellopu, aitu u. c.) masveida saslimšana novērojama dažās Anglijas provincēs (Vorvikšīras, Somersetas u. c.), kur augsne satur 100 reizes vairāk molibdena, nekā tas augiem un dzīvniekiem nepieciešams.

Ar iezīmēto atomu metodi konstatēts, ka, molibdenam nonākot dzīvnieku organismā pārāk lielos daudzumos, tas sāk kaulos aizstāt... fosforu; rezultātā rodas traucējumi skeleta normālā attīstībā. Šī slimība sevišķi bīstama jauniešiem.

Bez tam, ja cilvēka organismā nokļūst pārāk daudz molibdena, tiek traucēta purīnu savienojumu vielmaiņa un rezultātā pastiprinās urīnskābes veidošanās. Tā ļoti slikti šķīst ūdenī (viena svara daļa 39 000 svara daļās ūdens 18°C temperatūrā). Nogulsnējoties audos, tā izraisa slimību, kas pazīstama ar nosaukumu endēmiskā vai molibdena podagra. Šādi slimnieki sastopami dažos Ziemeļarmēnijas rajonos un citos bioģeokīmiskajos apgabalos, kas bagāti ar molibdenu.

Molibdena pārāk lielu daudzumu toksisko iedarbību vājina, ievadot organismā nelielos daudzumos vara vitriolu (0,002 g diennaktī).

«IZMIRUŠAIS» UN NO JAUNA ATDZIMUŠAIS

43. Tehnēcijs — Technetium (Tc)

1870. g. ķīmisko elementu periodiskās sistēmas radītājs D. Mendeļejevs, sadalīdams «dzīvokļus» starp elementiem, «rezervēja» vienu — 43. dzīvokli līdz šim vēl nepazīstamam elementam, kas tur kādreiz nākotnē būs «jāpieraksta». Nepazīstamo «īrnieku» Mendeļejevs nosauca par ekamangānu, domādams, ka tā īpašības zināmā mērā atgādīnās mangānu.

Starp citu, toreiz pazīstamo elementu ilmeniju, ko jau 1846. g. bija atklājis ķīmiķis Germans, Mendeļejevs neuzdrošinājās ievietot 43. dzīvoklī, lai gan ilmenija īpašības bija līdzīgas mangānam. Aizdomīgi liels bija ilmenija atomsvars; pēc atomsvara ilmenijam vajadzētu aizņemt dzīvokli, kuram jau bija savi likumīgie īrnieki, proti, tam vajadzēja ieņemt rutēnija vai rodija vietu, jo atomsvars periodiskajā likumā ir apliecība par «dzīves vietu» elementu tabulā! Mendeļejevam, izrādījās, bija taisnība! Pētījumi, ko veikuši citi zinātnieki, lai noskaidrotu ilmenija

«personību», atklāja Germana kļūdu: ilmenijs izrādījās par pseidoelementu.

Sešpadsmit gadu stāvēja tukšs 43. dzīvoklis, 1886. g. ķīmiķis Kerns ziņoja, ka atklājis jaunu ķīmisku elementu, kas pēc savām īpašībām atgādina mangānu. Jauno elementu par godu pazīstamajam angļu ķīmiķim Dēvi nosauca par dēviju, un vācu ķīmiķis Rangs ievietoja jaunatklāto elementu ekamangāna vietā. Taču jaunatklātā elementa «personības» noskaidrošana neattaisnoja cerības. Dēvijs, tāpat kā pēc 10 gadiem Barjera «atklātais» «elements» lucijs, izrādījās par godīgu kļūdu.

Gadu pēc Mendelejeva nāves japāņu ķīmiķis Ogava, šķiet, izbeidza neveiksmju sēriju noslēpumainā svešinieka atklāšanas vēsturē. No samērā reta minerāla molibdenīta Ogavam izdevās izdalīt mangānam ļoti līdzīgu «elementu», ko par godu Japānai nosauca par niponiju pēc Japānas nosaukuma japāņu valodā — Nipona. Taču drīz vien izrādījās, ka arī niponijs ir kļūda!

Pieredzējušo pētnieku kļūdas mudināja zinātniekus būt uzmanīgiem, vienlaikus ieinteresējot viņus atrast elementu, kas tik ilgi un tik veiksmīgi bija slēpies.

Skeptiķu šaubas pilnīgi izkliedēja jaunā angļu fiziķa Henrija Mozlija spīdošie eksperimenti. Mozlijs 1913. g. pierādīja, ka katram Mendelejeva tabulas elementam ir savs rentgena starojums, kura viļņa garums ir jo mazāks, jo smagāks ir elements. Zinot viļņa garumu, var aprēķināt elementa kārtas numuru, kas vienkāršs tā atoma kodola lādiņam. Mozlija atklājums kā objektīva kontrole, pēc kuras varēja konstatēt, vai elements pareizi ievietots Mendelejeva tabulā, apliecināja arī, ka jaunajam ģīniekam iedalīts dzīvoklis pareizi. Šis elements ir dabā, un tas jāmeklē.

Bet kur, kādos objektos un ar kādiem līdzekļiem jāveic šie meklējumi?

Šis jautājums satrauca daudzus pētniekus un sevišķi divus — vācu ķīmiķus Idu un Valteru Nodakus.

Pamatojoties uz ķīmisko elementu ģeokīmisko klasifikāciju (Goldšmita), saskaņā ar kuru 43. dzīvokļa iemītnieks pieder pie tā saucamo siderofilo elementu (kas sliecas uz dzelzs pusi) grupas, Ida un Valters Nodaki nolēma meklēt 43. elementu starp vielām, kur tā klātbūtne šķita visiespējamākā. Pie šādām vielām piederēja rūdas un minerāli, kas satur platīna metālus, molibdenu un niobiju.

Izmantodami tajos laikos vismodernākās un precīzākās analītisko pētījumu metodes, Ida un Valters Nodaki beidzot 1925. gadā guva iespēju «pierakstīt» 43. dzīvokli no jauna atklāto ķīmisko elementu.

Taču Nodaku un citu pētnieku vēlāk veiktie rūpīgie pētījumi neapstiprināja viņu atklājumu.

Kļūdas kļuva jau par likumsakarību. Un varbūt taisnība bija tiem, kuri līdzīgi Vilhelmam Prandtlam apgalvoja, ka elementa ar kārtas skaitli 43 dabā nemaz nav?

Atbildi uz šo jautājumu deva ķīmijas jaunākā māsa — kodolfizika.

Saskaņā ar svarīgo kodolfizikas likumu, ko izstrādāja padomju zinātnieks Šukarevs un vācu fiziķis Mattauhs (Šukareva—Mattauha likums), elementu izobari¹, kuru kodolu lādiņi atšķiras par vienu vienību, nevar būt stabili. No šī likuma izrietēja, ka 43. elementam nav stabili izotopu. Šī elementa izotopi saskaņā ar Šukareva—Mattauha likumu varēja būt tikai radioaktīvi. Salīdzinājumā ar zemes mūžu tiem acīmredzot ir nelieli pussabrukšanas periodi, un tie tāpēc nav nodzīvojuši līdz mūsu dienām. Izrādījās, ka elements ar kārtas skaitli 43 nemaz neeksistē zemes dabā. Tas izrādījās par «izmirušu» elementu!

Vai tas nozīmēja, ka 43. numura dzīvoklim bija jāpaliek mūžīgi tukšam un cilvēkam nekad nebūs lemts ieraudzīt tā iemītnieku? Tomēr vēltīgas bija bažas! Kodola «alkīmijas» panākumi pavēra jaunas iespējas, par kurām mūsu gadsimta vispārdrōšākie fantasti pat sapņot nedrīkstēja.

Kā zināms, katru elementu raksturo atoma kodola lādiņš; ja izmainām lādiņu, rodas cita elementa atoma kodols. Bija jārod iespēja iekļūt pašā atomā, pārvarēt kodola lauka milzīgo atgrūšanas spēku. Šo uzdevumu pirmo reizi laimējās atrisināt 20. gadsimta pazīstamajam «alkīmiķim» Ernestam Rezerfordam (1871.—1937.). 1919. g. viņš pirmais sasniegta apbrīnojamus rezultātus — pārvērtā slāpekli skābeklī. Rezerfords slāpekļa atoma kodolu neatlaidīgi bombardēja; rādija atomi tam noderēja par lielgabalu, bet par šāviņiem viņš izmantoja α -daļiņas, kuras izmainīja protonu skaitu slāpekļa kodolā un līdz ar to arī pašu lādiņu.

¹ Izobari (no grieķu vārdiem ισος «vienlīdzīgs» un $\beta\alpha\rho\upsilon\varsigma$ «smagums», «svars») ir elementu atomi, kuru kodoliem ir dažādi lādiņi, bet vienāda masa.

Radīt «izmirušo» elementu uzņēmās amerikāņu fiziķis Lourenss Kalifornijas universitātes (Berklijas pilsētā) ciklotronā¹. Par šāviņiem viņš izmantoja ūdeņraža smago izotopu, bet par bombardēšanas objektu — molibdena plāksnīti. Bombardēšana ilga... dažus mēnešus. Pēc tam «mērķis» tika aizsūtīts pāri okeānam uz Itāliju, uz Palermo pilsētu pie speciālistiem «nekā», t. i., jaunā elementa patiesi neredzamo un nemanāmo pēdu atrašanai. Tiem, kas šaubās, norādīsim, ka speciālistu — fiziķu Perjē un Segrē rīcībā, kā vēlāk noskaidrojās, bija 0,000 000 000 1 g jaunā elementa.

Jā, tās bija jaunā elementa grama desmitmiljardās daļas. Tas atkal parādījās uz zemes 1937. g. pavasarī. «Izmirušais» elements bija radīts ar cilvēka rokām. Mākslīgi iegūtais 43. elements par godu 20. gadsimta tehniskajam progresam nosaukts par tehnēciju, no grieķu vārda τεχνή — «māksla».

Drīz vien Vācijā Maurers un Ramms ieguva tehnēciju no molibdena, bombardējot to ar neitroniem. Mazliet vēlāk konstatēja, ka kodols vienam no urāna izotopiem (²³⁵U) dalās, ja to trāpa lēnie neitroni. Izpētot izveidojušos šķembu produktus, fiziķi Hāns un Štrasmans atklāja trīs molibdena radioaktīvos izotopus, kuriem tālāku izmaiņu procesā bija jāpārvēršas attiecīgā tehnēcija izotopā. 1940. g. Segrē un Vū urāna dalīšanās produktos atrada tehnēcija izotopu ar masas skaitli 99. Tādējādi kodolreaktors patlaban ir tā «fabrika», kur tehnēciju var iegūt tādos daudzumos, kas pietiekami, ne tikai lai varētu izpētīt tā īpašības, bet arī lai to varētu izmantot tehnikā.

Uz zemes neatrasto tehnēciju atklāja dažu zvaigžņu spektros, kur tas rodas kodoltermisko reakciju rezultātā.

Tātad uz zemes izmirušais tehnēcijis, kas tagad rodas kodolreakcijās ar neitroniem dažādās zvaigznēs evolūcijas procesā, tiek «iegūts no urāna dalīšanās šķembām kodolreaktoros»... jebkuros daudzumos. Ar šo metodi jau iegūti simtiem kilogramu tehnēcija.

Kāds tad ir 43. dzīvokļa iemītnieks, kuru gandrīz 75 gadus tik uzcītīgi meklēja daudzi pētnieki dažādās zemēs?

Tehnēcijis ir sidrabaiņi pelēks metāls. Pēc savām īpašībām tas stipri atgādina rēniju. Tehnēcija blīvums —

¹ Ciklotrons — iekārta ātro daļiņu plūsmas iegūšanai.

11,5 g/cm³. Tehnēcijs labi šķīst slāpekļskābē un sērskābē. Savienojumos ir bieži septiņ- un četrvērtīgs. Kūst 2300°C temperatūrā. Patlaban zināmi 15 tehnēcija izotopi; visi tie ir radioaktīvi. To mūža ilgums (pussabrukšanas periods) svārstās no dažām minūtēm līdz simtiem tūkstošu gadu.

Radīts mākslīgi 20. gadsimta brīnišķīgo tehnisko sasniegumu rezultātā, tehnēcijs vēlāk pats sāka «piedalīties» šī brīnumainā gadsimta panākumu tālākajā attīstībā. Jaunā elementa pirmais darba lauks «virs zemes» bija metālu pasargāšana no rūšēšanas.

Dzelzs un tērauda konstrukciju rūšēšana ir viena no visbiežāk novērojamām un viena no vispostošākajām parādībām mūsdienu cilvēka dzīvē. Desmitiem miljoni tonnu visdažādāko izstrādājumu no čuguna, dzelzs un tērauda ik gadus burtiski saēd rūsa. Un tikai lai dzelzs un tērauds nepārvērstos tumšbrūnā pulverī, ar eļļas krāsu pārklāj dzelzceļa tiltu fermas, telecentru torņus, augstsprieguma līniju balstus, transatlantiskos lainerus, kuģu korpusus un dažādas mašīnas. Lai novērstu dzelzs pārvēršanos tumšbrūnā pulverī, dzelzs un tērauda izstrādājumus rūpīgi slēpj zem plānām citu metālu kārtiņām, kuras ir izturīgas pret ūdens un mitra gaisa iedarbību.

Bet paiet zināms laiks un cilvēki, dzīvodami namos, kuru jumts segts ar cinkotu skārdu, diemžēl, atklāj, ka jumti tos vairs neglābj no bagātīgajām vasaras lietus gāzēm un apnicīgā rudens lietus. Tikpat nemanāmi un tai pašā laikā ātri bojājas ūdens notekcaurules, sāk tecēt bērnu vannīņas un dārza lejkanna, kanalizācijas caurule un dzelzceļu cisterna, bojājas slīdes un tērauda konstrukcijas.

Bet izrādās, ka ar koroziju var cīnīties, ne tikai aizsargājot metālu no apkārtējās vides ar ūdeni un gaisu necaurlaidīgu kārtiņu, bet arī ķīmiski izmainot metāla virsmu, lai tā kļūtu neaktīva.

Vielas, kas palēnina koroziju, inaktivējot metāla virsmu, sauc par inhibitoriem (no latīņu vārda *inhibire* «bremzēt, aizturēt»). Starp šīs grupas vielām vislielākais inhibējošais efekts ir tehnēcijam. Dažu tehnēcija savienojumu (amonija per tehnēta) niecīgi daudzumi ir pietiekami, lai pasargātu oglekli maz saturošu tēraudu un dzelzi no rūšēšanas. Apbrīnojams arī tas, ka tehnēcija inhibējošā iedarbība saglabājas līdz 250°C temperatūrai.

1962. g. tehnēcijs atzīmēja 25 gadu jubileju kopš savas

otrreizējās parādīšanās zemes virsū. Šis laika posms, salīdzinot ar tehnēcija iepriekšējo pastāvēšanu uz zemes un laiku, kas pagāja kopš tā «izmiršanas» brīža, ir niecīgs! Taču, lai gan tehnēcijs vēl jauns, tas jau visai efektīvi palīdz tehniskajai ražošanai, un šī palīdzība turpmāk, bez šaubām, arvien pieaugs un paplašināsies.

PLATĪNA PAVADONIS

44. Rutēnijs — Ruthenium (Ru)

Šī elementa atklāšanas vēsture sākās Krievijā, kad 19. gs. 20. gados Urālos atrada platīna atradnes. Ziņa par šo atklājumu ātri aplidoja visu pasauli un izraisīja milzīgu satraukumu starptautiskajā tirgū. Starp ārzemju spekulantiem klīda baumas par milzīgu apmēru tīrradņiem, par platīna smiltīm, ko platīna meklētāji vienkārši grābjot tīri vai ar lāpstām. Platīna atradnes tiešām izrādījās bagātas, un grāfs Kankrīns, toreizējais Krievijas finansu ministrs, deva rīkojumu kalt platīna monētas. Sāka kalt monētas 3, 6 un 12 rubļu vērtībā. Pavisam bija izlaistas 1 400 000 platīna monētas, kuru izgatavošanai izlietoja 20 tonnu tīrradņu platīna.

Tai pašā gadā, kad Kankrīns deva pavēli par monētu kalšanu, Tartu universitātes profesors Ozans, izpētīdams Urālu platīna paraugus, secināja, ka platīnu pavada trīs jauni metāli. Vienu no tiem Ozans nosauca par pusurānu, otru — par polīnu, bet trešo, Krievijas latīniskajā nosaukumā, — par rutēniju. Ķīmiķi uz Ozana «atklājumu» raudzījās ar neuzticību. Sevišķi iebilda zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss, jau tolaik pasaules atzīta autoritāte. Strīdu starp Ozanu un Bercēliusu uzņēmās izšķirt Kazaņas universitātes ķīmijas profesors K. Klauss. Dabūjis savā rīcībā nelielu daudzumu metāla, kas bija palicis pēc platīna monētu kalšanas, Klauss atklāja tajā jaunu metālu, kuram atstāja Ozana ieteikto nosaukumu rutēnijs. 1844. g. 13. septembrī Klauss Zinātņu akadēmijā ziņoja par jauno elementu un tā īpašībām. 1845. g. Klausa referātu ar nosaukumu «Urālu platīna rūdas atkritumu un metāla rutēnija ķīmiskie pētījumi» laida klajā atsevišķā grāmatā.

«...Izpētītā materiāla nelielais daudzums (ne vairāk par sešiem grammiem pilnīgi tīrā metāla) nedeļa man iespēju turpināt pētījumus,» rakstīja Klauss savā grāmatā. Tomēr iegūtās ziņas par jaunā metāla īpašībām deva iespēju

Klausam noteikti ziņot par jauna ķīmiskā elementa atklāšanu.

Atklāto elementu rūpīgi izpētīja. Rutēnija ķīmisko īpašību pētījumi rādīja, ka tā ķīmiskajiem savienojumiem piemīt daudzas interesantas īpatnības. Bet, tā kā zemes garozā šī metāla nav kaut cik ievērojamos daudzumos (sastopams laurītā — retā minerālā Borneo salā) un tā iegūšana un atdalīšana no citiem platīna pavadoniem ir ļoti sarežģīta, šo metālu maz izmanto praksē. Tikko ģeologi būs atraduši nozīmīgas šī elementa atradnes kaut kādos mazizpētītos rajonos vai zemes garozas dziļajos slāņos, elements rutēnijs ieņems cienīgu vietu cilvēka praktiskajā darbībā. Par rutēniju grāmatās pateikts visai maz: tas ir ļoti rets elements un tāpēc praksē nav pietiekami ieviests. Tīrā veidā rutēniju lieto termopāru izgatavošanai, kā arī par katalizatoru amonjaka sintēzē. Sakausējumos rutēniju izmanto juvelieru darbos, dažus sāļus lieto laboratorijas tehnikā, izgatavojot mikroskopiskus preparātus.

Pēc ārējā izskata rutēnijs ir metāls, kas līdzīgs dzelzij, ciets, grūti kausējams, sidrabaini pelēkā krāsā. Tam piemīt stipras katalītiskās īpašības.

VĒL VIENS PLATĪNA PAVADONIS

45. Rodijs — Rhodium (Rh)

19. gadsimta sākumā ar platīna rūdu rūpīgu analīzi nodarbojās angļu ķīmiķis un fiziķis V. Volastons (1766.—1828.). Zinātnieka pūles vainagojās uzreiz ar divkāršiem panākumiem: viņš atrada divus nepazīstamus metālus. Vienu no tiem, tāpēc ka tā sāļu šķīdinājumiem ir sārta krāsa, nosauca par rodiju (grieķu valodā $\rho\delta\delta\epsilon\omicron\varsigma$ «sārts»). Rodijs vienmēr pavada platīnu, dažkārt tas sastopams tīrā veidā zeltu saturošās smiltīs. Platīns ir viens no mazizplatītajiem elementiem, bet rodija dabā ir 2,5 reizes mazāk nekā platīna. Ievērojot vēl, ka rodija atdalīšana no platīna un citiem tā pavadoniem ir saistīta ar lielām tehnoloģiskām grūtībām, kļūst skaidrs rodija retums un tā augstā cena.

Rodijs ir metāls, kas ārkārtīgi noturīgs pret daudzu vielu iedarbību. Tas neizšķīdinās parastajās skābēs un ļoti vāji šķīst karaļūdenī. Rodija kušanas temperatūra —

apmēram 1960°C. Šķidrā stāvoklī rodijs izšķīdina līdz 7% oglekļa, bet atdzisdams izdala izšķīdināto oglekli grafiāta veidā. Ja rodijs būtu pieejamāks metāls, to varētu izmantot vistīrākā grafiāta iegūšanai, kas tik nepieciešams daudzās mūsdienu tehnikas nozarēs. Rodijs dezinficē ūdeni. Šāda baktericīda īpašība ir visai vērtīga ūdens attīrīšanai no patogēnajiem mikroorganismiem (oligodinamiskais efekts); iespējams, ka tuvākā nākotnē rodiju lietos ārstniecībā.

Visi platīna pavadoņi pazīstami kā labi katalizatori, sevišķi stipri sasmalcinātā veidā, t. s. «melno» metālu veidā.

Kompaktajā stāvoklī lielākajai daļai metālu ir specifisks, t. s. metāliskais spīdums un balta, gaiša nokrāsa. Izņēmums ir varš, zelts un daži citi krāsainie metāli, kuri saglabā savu raksturīgo krāsu, arī tos sasmalcinot. Taču citu metālu smalkajam pulverim ir pelēka krāsa, un vissmalkākajam pulverim — melna vai gandrīz melna krāsa.

«Melnais» rodijs izšķīdināms skābēs, bet rodijs stieņos, kā jau uzsvērts, slikti šķīst pat karāļūdenī. «Melnā» rodija katalītiskā aktivitāte ir tik spēcīga, ka pat spirts tā klātbūtnē ātri pāriet etiķskābē. Bez tam rodija katalizators izturīgs pret vielām, kas parasti deaktivē katalizatorus. Kausējumā ar platīnu rodiju lieto kā katalizatoru amonjaka iegūšanā un tā sadedzināšanā (slāpekļskābes ražošanā).

Tīrā veidā rodiju lieto, lai izgatavotu visprecīzākos pirometrus, astronomisko mēraparātu detaļas, kā arī apgaismošanas ierīču spoguļus un reflektoros.

Rodijam nav tādas atstarošanas spējas kā sudrabam, taču atšķirībā no sudraba tas ar laiku neapsūbē.

SAINDĒSANĀS NOVERSEJS

46. Pallādijs — Palladium (Pd)

1802. g. vācu astronoms H. Olberss, kas, pamatojoties uz vācu matemātiķa K. Gausa aprēķiniem, atrada drīz vien pēc atklāšanas zaudēto mazo planētu Cerēru, atrada arī otru mazo Saules sistēmas planētu, ko viņš nosauca par Pallādu.

Gadu vēlāk V. Volastons atklāja vēl vienu platīna me-

tālu dzimtas pārstāvi un nosauca to par pallādiju — ne-sen atklātās planētas vārdā.

Nelieli pallādija piemaisījumi atrodami platīna rūdās un zeltu saturošās smiltīs, t. i., sabrukušajos kalnu iežos. Ievērojami retāk pallādijs atrodams dabiskos sakausējumos ar platīnu, dažkārt ar zeltu un ar sudrabu. Daudzējādā ziņā pallādijs līdzīgs platīna grupas metāliem, bet tam ir arī dažas būtiskas atšķirības. Pallādijs, pirmkārt, ir šīs grupas visvieglāk kūstošais un vieglākais metāls, tā kušanas temperatūra 1554°C , bet blīvums līdzinās 12 g/cm^3 .

...Ja stikla kolbā samaisītu divas daļas ūdeņraža un vienu daļu skābekļa, tad istabas temperatūrā tāds maisījums var saglabāties ļoti ilgi. Maisījumu sakarsējot līdz 400°C , ūdeņradis un skābeklis pilnīgi savienojas un izveido ūdeni. Ja šo divu gāzu maisījumā ievada pallādiju, tad jau istabas temperatūrā no šīm gāzēm ātri veidosies ūdens. Pallādijs ir daudzu ķīmisku reakciju enerģisks katalizators. Tāpat kā citi metāli katalizatori, pallādijs savas katalītiskās īpašības sevišķi stipri parāda labi samalcinātā veidā (melns pallādijs). Pallādija katalītiskās īpašības acīmredzot saistītas ar tā ārkārtējam spējam absorbēt vai okludēt dažas gāzes un it īpaši ūdeņradi. Viens kubikcentimetrs pallādija 200°C temperatūrā absorbē vairāk nekā 800 cm^3 ūdeņraža. Pie tam izturīgā metāla apjoms palielinās, uzpūšas un pat ieplaisā. Līdzīgu parādību varam novērot, benzīnā un eļļās uzbriestot gumi-jai. Ir zināms, ka, ar benzīnu pildītu pudelīti aiztaisot ar gumijas aizbāzni, pēdējo pēc tam nav iespējams izvilkt, jo, uzsūcot benzīnu, tas piebriest.

Ar pallādija spējam okludēt saistīta vēl viena šī metāla brīnišķīga īpašība: spēja laist sev cauri ūdeņradi (difūzija). 240°C temperatūrā vienas minūtes laikā caur 1 mm biezu un 1 cm^2 lielu pallādija plāksnīti iziet cauri vairāk nekā 40 cm^3 ūdeņraža. Vēl augstākā temperatūrā ūdeņraža caursūkšanās palielinās. Tādējādi mūsu parastie priekšstati par metālu kā par gāzu šķērslī ne vienmēr izrādās pareizi.

Pallādija ķīmiskā noturība ir mazāka nekā citiem platīna metāliem. Pallādijs dabā visai izplatīts, tāpēc paveras plašas iespējas šī metāla izmantošanai tehnikā.

Sakausējumā ar sudrabu, bet dažkārt tīrā veidā, pallādiju lieto zobārstniecības tehnikā un sakausējumā ar zeltu — pulksteņu izgatavošanā. Tā kā pallādijs ir ļoti

izturīgs un skaists, to lieto juvelieri citu metālu pārklāšanai, greznuma priekšmetu apdarei, starp citu, pusdārgakmeņu ietvariem. Skaitļošanas mašīnās, kas veic lielu skaitu operāciju, sevišķi svarīgus kontaktus pārklāj ar pallādiju.

... Viena no visstiprākajām indēm ir oglekļa oksīds, ko parasti saucam par tvana gāzi. Tā ir ļoti viltīga inde. Tā kā šī gāze ir bez krāsas, smakas un garšas, to gaisā grūti konstatēt, it īpaši mazā, bet dzīvībai jau ļoti bīstamā koncentrācijā.

Tvana gāze veidojas samērā viegli: strādājot iekšdedzes dzinējiem, pārāk agri aiztaisot krāsni, iegūstot ģenerators gāzi un daudzās ķīmiskās ražošanas nozarēs. Tvana gāzes koncentrācijas pieļaujamā robeža rūpniecības uzņēmumu gaisā ir 0,03 mg/l. Ieelpojot gaisu, kas satur 5—7 mg/l tvana gāzes, nāve iestājas pēc 5—10 minūtēm.

So gāzi gaisā ļoti ērti konstatēt ar pallādija savienojumiem: filtrpapīrs, samitrināts pallādija hlorīda šķīdumā, ātri kļūst melns, tādējādi norādot uz draudošām briesmām.

Dažās Rietumeiropas zemju metalurģiskajās un gāzu rūpniecās, kur oglekļa oksīds var iekļūt cehos un ražošanas telpās, lieto specializētus šīs gāzes indikatorus. Pēc izskata tie atgādina nelielus diskus, kas sastāv no silikagela, kurā izsmidzināts pallādija hlorīds. Ja vienā litrā gaisa atrodas līdz 0,12 mg oglekļa oksīda, indikators kļūst melns pēc 10 minūtēm, ja vienā litrā atrodas 0,24 mg — pēc 5 minūtēm, ja oglekļa oksīda saturs pārsniedz 0,5 mg, indikators kļūst melns acumirkli.

Beidzot stāstu par pallādiju, jānorāda, ka, atklājot hēliju, konstatēja, ka arī uz Saules ir pallādijs.

MAĶEDONIJAS ALEKSANDRA KARAVĪRU SLIMĪBAS NOSLĒPUMS

47. Sudrabs — Argentum (Ag)

Aleksandra Lielā (kas vairāk pazīstams kā Maķedonijas Aleksandrs) armija virzījās ar kaujām pa Āzijas zemēm (4. gs. pirms m. ē.). Kad armija sasniedza Indijas teritoriju, karavīri sāka sirgt ar smagām gremošanas orgānu slimībām.

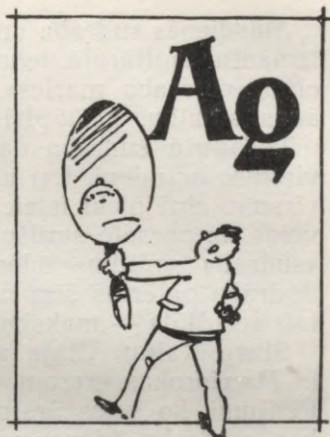
Pēc vairākām asiņainām kaujām un spoži nosvinētas

uzvaras Aleksandrs 326. g. pavasarī sasniedza Indas krastus. Tomēr uzveikt savu galveno ienaidnieku — slimību Aleksandra «neuzvaramā» armija nebija spējīga. Novājējušie un spēkus zaudējušie karavīri atteicās iet uz priekšu līdz Gangas krastiem, uz kuriem Aleksandru vilināja nevaldāmā iekarošanas kāre. 326. g. rudenī Aleksandra armija sāka atkāpšanos.

Saglabājušies apraksti par Maķedonijas Aleksandra karagājieni vēsturi liecina, ka ierindas karavīri slimojuši biežāk nekā virsnieki, lai gan viņi karagājienā atradušies vienādos apstākļos ar ierindas karavīriem un kopā ar tiem dalījušies visās karavīra dzīves grūtībās. Tikai pēc 2240 gadiem atklāja cēloni Maķedonijas Aleksandra karavīru dažādajai saslimstībai. Protī, saslimšana bija izskaidrojama ar karavīru dažādo uzskabi: ierindas karavīriem pienācās alvas pokāls, bet virsniekiem — sudraba.

Kā zināms, absolūti nešķīstošu vielu dabā nav. Tiesa, dažas vielas izšķīst labi, citas — sliktāk, vēl citas no pirmā acu uzmetiena liekas pavisam nešķīstošas. Bet tas tikai tā liekas. Viela, ko uzskatām par pilnīgi nešķīstošu, tuvāk to izpētīt, izrādās tikai par maz šķīstošu. Pie šādām maz šķīstošām vielām pieder arī sudrabs. Ļoti niecīgi, burtiski nesverami izšķīdināta sudraba daudzumi spēj nonāvēt mikroorganismus, kas atrodas ūdenī. Dažas miljardās daļas grama sudraba spēj dezinficēt vienu litru ūdens (oligodinamiskais efekts). Lai ūdens iegūtu baktericīdas īpašības, pietiek ļoti īsu laiku tam būt kontaktā ar sudrabu.

Tāpēc sudraba pokālu lietošana kaut vai daļēji pasargāja Maķedonijas Aleksandra armijas virsniekus no gremošanas orgānu slimībām. Iespējams, ka šāda veida novērojumi par sudraba divainajām īpašībām jau senās Ēģiptes iedzīvotājus (2500 gadu pirms mūsu ēras sudrabs tur bija dārgāks par zeltu) uzvedināja uz domām lietot oriģinālu paņēmieni vaļēju brūču ārstēšanai: uz brūcēm viņi uzlika sudraba plātnītes.



Mūsdienās sudraba un tā sāļu dziedinošās īpašības plaši izmanto sanitārajā tehnikā un medicīnā ūdens sterilizācijai, «sudraba marles», «sudraba vates» izgatavošanai ādas slimību, grūti dzīstošu brūču, čūlu utt. ārstēšanā.

Izšķīdušā sudraba daudzums atkarīgs no tā saskares virsmas ar ūdeni. Lai nepalielinātu sudraba izstrādājumu virsmu, zinātnieki ieteica nogulsnēt sudrabu plānu plēvju veidā uz parasto smilšu graudiņiem. Filtrējot caur šādām «sudraba smiltīm» ūdeni, tas atbrīvojas no mikrobiem. Sudraba patēriņš šim nolūkam ir minimāls, bet sasniegtais rezultāts — maksimāls.

Starp Kalnu Altaja apgabala brīnumiem sevišķa vieta ir Manžerokas ezeram. Šī ezera ūdeņos atrada sudrabu. Pētījumi, ko veica ārstu uzraudzībā, rādīja, ka Manžerokas «sudraba ūdens» visai efektīvi ārstē slimniekus, kas sirgst ar kuņģa čūlu. Ezera ūdeņos atrastais analītiski konstatējamais sudraba daudzums ir ārkārtīgi reta parādība.

Liela nozīme mūsu ikdienas dzīvē ir spogulim. Spogulis nav greznuma priekšmets, bet svarīga nepieciešamība. Un nav nekāds brīnums, ka spogulis ir viens no vissenākajiem cilvēka sadzīvē lietotajiem priekšmetiem. Ilgu laiku spogulus aizstāja pulētas metāla plāksnes, visbiežāk zelta vai sudraba. Protams, tādi spoguļi bija ļoti dārgi, tāpēc tos varēja atļauties tikai bagāti ļaudis. Pēc tam kad «izgudroja» pirmo sakausējumu — bronzu, sadzīvē ieviesās bronzas spoguļi. Bronzas un vara spoguļi plaši bija ieviesušies romiešu un grieķu sadzīvē. Daudz šādu spoguļu atrada izrakumos Pompejā.

Stikla spoguļi, lai gan stiklu izgudroja jau ļoti sen, parādījās samērā vēlu. Kāpēc? Tas izskaidrojams ar to, ka stikla spoguļi faktiski arī ir metāliski, bet izgatavoti pēc īpaša paņēmiena. Stikla spogulī atstarotājs slānis ir metāls, kas plānas kārtiņas veidā uzklāts stikla otrajā pusē uz gludās virsmas. Stikls šādā veidā ir tikai caurspīdīgais pamats, kas tur plāno metāla spoguļi. Lai izgatavotu stikla spoguļi, bija nepieciešams pavisam bezkrāsains, tīrs, caurspīdīgs, gluds stikls un vajadzēja prast arī uzklāt uz tā ļoti plānu metāla kārtiņu. Pirmo reizi vairāk vai mazāk apmierinoši iemācījās to darīt apmēram pirms 600 gadiem. Tad arī sāka parādīties pirmie stikla spoguļi.

Pirmo spoguļu atstarošanas virsmu izgatavoja no svina un antimona sakausējuma, taču tas gaisā ātri apsūbēja

un zaudēja spogulim nepieciešamās īpašības. Pēc 200 gadiem atklāja dzīvsudraba-alvas sakausējumu. Tam bija labas atstarošanas īpašības, un, lai gan tā ražošana bija ļoti kaitīga (spoguļu apsudrabetāji, izgatavojot šo sakausējumu, saindējās ar dzīvsudraba tvaikiem), tas līdz pat 19. gs. vidum bija neaizstājams spoguļu izgatavošanā.

1846. g. atrada metodi stikla pārklāšanai ar plānu sudraba kārtu. Šo metodi pilnveidoja desmit gadus. Un tikai pēc 1855. g., kad franču ķīmiķis Ptižans un ievērojamais vācu ķīmiķis Lībigs atrada vienkāršas receptes stikla pārklāšanai ar sudrabu, visur sāka ieviesties sudraba spoguļi uz stikla pamata. Šādus spoguļus vēl šobaltdien lietojam arī mēs. Bet spogulis ir ne tikai ikdienā nepieciešams priekšmets un dzīvokļa rotājums. Spogulis ir arī ārsta instruments, daudzu precīzu mērinstrumentu un reģistrējošu fizikālu aparātu detaļa, spogulis ir visnepieciešamākā daļa mikroskopos un teleskopos, ar kuru palīdzību cilvēks izpēta divas pasaules, kas gluži pretējas pēc izmēriem, bet vienlīdzīgas pēc izziņas bezgalības.

... Paskatieties uz savu fotogrāfiju vai uz attēlu grāmatā. Arī šeit nepieciešams sudrabs! Fotografēšanas pamatā ir dažu sudraba sāļu gaismas jutīgās īpašības. No šādiem sāļiem patlaban visbiežāk lieto bromsudrabu. Fotoplates, fotofilmas, fotopapīrs galvenokārt sastāv no attiecīga pamata (stikla, celuloīda, papīra, kartona), uz kura uzklāta gaismas jutīgā bromsudraba kārtā, kas sastāv no želatīnā izsmidzinātām sīkām bromsudraba daļiņām. Gaismas jutīgās kārtas biezums nepārsniedz 0,02 mm. Apgaismojot fotoplati vai fotofilmu, bromsudrabs, kas atrodas gaismas jutīgajā slānī, gaismas staru iedarbībā sadalās. Broms ķīmiski savienojas ar želatīnu, bet sudrabs izdalās pavisam sīku, pat parastajā mikroskopā nesaredzamu kristāliņu veidā. Tā kā bromsudraba sadalīšanās intensitāte atkarīga no apgaismojuma stipruma, gaismas jutīgajā slānī notiek tādas izmaiņas, kuras var uzskatīt par priekšmeta «apslēpto attēlu». Lai šo attēlu padarītu redzamu, gaismas jutīgo slāni «attīsta», t. i., apstrādā ar ķīmiskām vielām (attīstītājiem), kas izdala metālisko sudrabu. Kad attēls sasniedzis nepieciešamo asumu, to fiksē.

Fotogrāfija neierobežojas tikai ar «fotokartīti» vien. Fotogrāfija — tā ir arī kinomāksla, daudzie zinātnes, tehnikas un rūpniecības sasniegumi. Slimības pēdas cilvēka plaušās, jauna planēta Visuma dzīlēs un neredzamā

atoma smalkā struktūra kļūst tuvi un pieejami pētīšanai un studēšanai ar fotogrāfijas palīdzību, kura nav iedomājama bez sudraba un tā savienojumiem.

Sudraba nitrātu — velnakmeni izmanto medicīnas praksē. Smalki izsmidzinātu ūdens suspensiju veidā sudrabu sekmīgi lieto smagu slimību ārstēšanai.

Sudrabu lieto rūpnīcas aparatūras detaļu izgatavošanai dažās ķīmijas ražošanas nozarēs. Sudraba tīģeļi ir neaizstājami sārnu kausēšanai, kuri augstās temperatūrās «saēd» gandrīz visus pārējos metālus.

Jau no seniem laikiem sudrabu lieto arī juvelieri, kuri no sudraba izgatavo greznuma lietas — pūderņīcas, tabakdozes, vēdekļu rokturus, kā arī mākslinieciski darinātus saimniecības priekšmetus — tējas un galda servīzes, karotes, pokālus, kausus utt.

Sudrabs ir krievu juvelieru un tautas meistaru visiemīļotākais metāls. Unikāli sudraba izstrādājumi glabājas mūsu zemes visvecākajā dārgumu krātuvē — Maskavas Kremļa Ieroču palātā, kur sakrāti neskaitāmi baznīcu, galma un sadzīves priekšmeti. Uspenļes katedrāles 16 m augstā kaltā ikonostasa centrālais kroņlukturis izgatavots no sudraba, ko atņēma Napoleonam 1812. g. Tālu pazīstami arī sudrabā kaltie ķēniņa vārti Maskavas Kremļa Blagoveščēņjes katedrālē. Šie šedevri ir spilgta liecība krievu meistaru nepārspētajai mākslai.

Sudraba izstrādājumus bija sevišķi iecienījusi krievu un franču aristokrātija. «Ģimenes sudraba» daudzums liecināja par tā īpašnieka dižciltību un bagātību. Par šādu īpašnieku «sudraba lepnumu» varam spriest pēc grāfa Orlova pusdienu servīzes, ko tam bija dāvinājusi Katrīna II. Šajā servīzē bija 3275 priekšmeti, kuru izgatavošanai bija izlietotas divas tonnas tīra sudraba!

Kā tautas meistaru brīnišķīgās mākslas paraugu varam minēt budistu svēto grāmatu «Sanduižud», kas glabājas Mongolijas Tautas Republikā. Šis unikālās grāmatas lapu puses pagatavotas no ļoti plānām sudraba plāksnītēm, kurās ikviens teksta burts ir nepazīstamu mongoļu zeltkaļu veiklo roku izcirsts un apzeltīts. Grāmata sver 52 kilogramus un 560 gramus.

20. gs. 20. gados Amsterdamas juvelieri Tautu Savienības asamblējas priekšsēdētājam uzdāvināja sudraba āmuriņu, kura melodiskā skaņa bieži bija dzirdama sapulču zālē, gan aicinādama runātājus ievērot reglamentu, kad

tie bija pārāk aizrāvušies, gan modinādama sirmos diplomātus, kas bieži iesnaudās ilgo un apnicīgo debašu laikā.

Pasaules vislielākajā grāmatu krātuvē — PSRS Valsts V. I. Leņina bibliotēkā Maskavā glabājas grāmata liliputs — I. Krilova fābulas. Šīs grāmatiņas trīs sējumi brīvi ievietojami sērkokociņu kārbīnā. Burti šai grāmatiņai atlieti sudrabā — pie kam ikviens salikuma burtiņš nepārsniedz ceturtdaļu milimetra!

Lielu daudzumu sudraba vēl nesen izlietoja sīknaudas izgatavošanai. Lai monētas būtu izturīgākas (sudrabs ir mīksts metāls), tās kaļ no sudraba un vara sakausējuma attiecībā 1:1. Bijuši gadījumi, kad monētas kala no tīra sudraba. Tādas monētas Krievijā savā laikā kala Urālu magnāts Akinfijs Demidovs, slavenā Tulas kalēja Ņikitas Antufjeva dēls, kuram Pēteris I par mākslinieciski pēc ārzemju parauga izgatavotu pistoli uzdāvināja zemes gabalus Urālos, «kur, iespējams, atradīsies dzelzs un citas rūdas». Rūdu tiešām atrada, turklāt ne tikai dzelzs, bet arī sudraba rūdu. Pēc tālaika valsts likumiem sudraba atradnes neatkarīgi no tā, kas tās atradis vai kura zemē tās atrastas, pārņēma savā īpašumā «valdnieka galms». Akinfijs Demidovs, kas apvienoja sevī pirmā krievu rūpnieka un krievu metalurģijas nodibinātāja ģēniju ar necilvēcisku, zvērisku dzimtbūšanas aizstāvja un fabrikanta cietirdību un valdīja pār tūkstoš vergiem, kuri bija sadzīti viņa raktuvēs, nolēma neatdot valstij savas sudraba atradnes.

Sapratis, ka jebkurš sudraba izstrādājums, ko viņš izgatavos slepeni, agrāk vai vēlāk pavedinās valdību uz domām, ka viņa rīcībā ir sudraba atradnes, Demidovs nolēma kalt savas monētas tādas, lai tās ne ar ko neatšķirtos no cara monētām. Bet atšķirība tomēr bija. Demidova naudā sudraba bija vairāk nekā valsts monētās, un no šā viedokļa tās it kā nevarēja nosaukt par viltotām.

Ņevjanskā, dziļā pagrabā, zem augsta torņa, kura arhitektūra ne ar ko neatšķirās no krievu viduslaiku celtnēm, dienu un nakti darbojās Demidova «naudas kaltuve». Demidova nauda «cirkulēja» valstī līdzās cara naudai, un bija pat grūti pateikt, kuras naudas bija vairāk. Taču baumas par šādu naudas kaltuvi kaut kādā veidā no Ņevjanskas bija nonākušas līdz galvaspilsētai. Protams, neviens pat neierunājās par to, ka vajadzētu revidēt Demidovu vai noskaidrot baumas. Pat cariene Anna Joanovna uzskatīja

par labāku klusēt. Tikai reiz, kad viņa, spēlējot ar Demidovu kārtis, bija laimējusi un Demidovs viņai izmaksāja vinnestu ar gluži jaunām monētām, tā pēkšņi jautāja viņam: «Nikitič, vai tās manējās vai tavējās?»

Pēc šiem vārdiem, kā nostāstā teikts, Nikitičs esot piecēlies, laipni pasmaidījis, paplētis rokas un, padevīgi paklanīdamies, atbildējis: «Mēs, valdniec, visi piederam tev... Arī es piederu tev, un viss mans īpašums ir tavs īpašums!»

Bet katrai lietai pienāk savs gals. Pienāca gals arī slepenajai «monētu kaltuvei». Viens no meistariem, glābdamies no Akinfija jūga, bēga no Ņevjanskas uz Pēterburgu. Akinfija ļaudīm, kas dzinās pakaļ bēglim, bija pavēlēts: «Panākt!» «Nonāvēt!». Neveiksmes gadījumā viņiem bija jāaulekšo uz galvaspilsētu un jāpaziņo ķeizarienei «prie-cīgā vēsts» par sudraba atradnēm.

Meistaru panākt neizdevās. Nekas cits neatlika kā paziņot «prie-cīgo vēsti». Ņevjanskā sastādīja komisiju «sudraba bagātību» pieņemšanai. Divas dienas pirms komisijas atbraukšanas Akinfijs pavēlēja atvērt slūžas, kas atdala pagrabu, kur atradās naudas kaltuve, no ezera, un Demidova nozieguma galvenie liecinieki — trīssimt pie sienām piekalti vergi, cilvēki bez dzimtenes un bez vārda — palika zem ūdens.

Tāds īsumā ir stāsts, viena epizode no sudraba «biogrāfijas», kurš cilvēkam pazīstams jau kopš sirmās senatnes.

Aizritēja gadsimti. Bet kā senāk stingri uz saviem pamatiem stāv Ņevjanskas tornis, it kā sargādams apakšzemes drūmos noslēpumus. Pavisam nesen Valsts tehnisko pētījumu institūts no jauna pieskārās Demidova nozieguma vēstures lappusēm.

Veicot urbšanas darbus Ņevjanskas torņa tuvumā, urbēji pamanīja, ka urbji, kas parasti grūti grauzās cietajā iezī, pēkšņi... it kā «iegrima», un dzinējs sāka drudzaini dūkt tukšgaitā. Pacēla urbi un urbšanu turpināja citā vietā. Taču drīz vien urbis atkal «iegrima». Inženierus šis notikums ieinteresēja, tie sāka pētīt notikuma vietu un drīz vien atklāja, ka zem augsnes un metalurģisko izdedžu kārtas atrodas divus metrus dziļa galerija, kas mūrēta no lieliem veco laiku ķieģeļiem. Galerija bija piepildīta ar ūdeni, kura līmenis atsūknējot nepazeminājās. Pēc Sverdlovskas Kalnu institūta ģeoloģiskās izpētes fakultātes dekāna M. Salomatova domām, galerija, kas uzzieta Ņev-

janskas torņa tuvumā, iespējams, ir tā pati «monētu kal-
tuve», kurā Demidova vergi kala sudraba monētas.

Sudraba tīrradņi jau sen saistīja cilvēka uzmanību, un kopš tiem laikiem cilvēka interese par sudrabu nav atslābusi. Vislielākais sudraba tīrradnis svēris 13,5 t. Galveno sudraba masu neiegūst tieši no sudraba rūdām, bet no cinka, alvas un vara sēra rūdām.

Tīrā veidā sudrabs ir balts, mīksts un valkans metāls; no viena grama sudraba var izvilkt 1800 metru garu stiepli un izvelmēt 0,002 mm plānu loksni. Sudrabam ir vislielākā siltumvadāmība un elektrovadītspēja. Savu nosaukumu sudrabs ieguvis no sanskrita vārda *argenta*, kas nozīmē «gaišais»; no šī vārda cēlies arī latīņu *argentum* «sudrabs», ko lieto visu zemju ķīmiķi.

Ar sudrabu saistās dažu vispārpieņemtu jēdzienu un nosaukumu izcelšanās. Tā, piemēram, senajā Krievzemē dažādu priekšmetu vērtības mērs bija sudraba stieniši. Ja kādas preces vērtība bija mazāka par visu stieni, no tā nocirta preces vērtībai atbilstošu daļu. Šīs atcirtās daļas nosauca par «rubļiem» (no krievu val. отрубить — «nocirst»). No tā arī cēlies mūsu zemes naudas vienības — rubļa nosaukums.

Jāpiezīmē, ka no vārda *argentum* cēlies arī Dienvidamerikas valsts — Argentīnas nosaukums. Leģenda, kurā savijas vēsturiski fakti ar poētisku izdomu, stāsta, ka 1515. g. spāņu locis Desoliss atklāja Dienvidamerikā lielas upes ieteku, ko vēlāk nosauca viņa vārdā. 1527. g. Sebastianu Kabotu, kurš devās pa Desolisa upi uz augšu, pārsteidza milzīgais sudraba daudzums, ko matroži bija salaupījuši no vietējiem iedzīvotājiem. Tas ierosināja Kabotu nosaukt upes ieteku par Laplatu — sudrabainā (spāņu valodā *plata* «sudrabs»); no šī vārda vēlāk cēlies visas valsts nosaukums. Pēc valsts atbrīvošanas no spāņu karaspēka (1811.—1826.), lai iznīdētu atmiņas par spāņiem, valsts nosaukumu latinizēja — to sāka saukt par Argentīnu. Šis nosaukums saglabājies līdz mūsu dienām.

Liela daļa sudraba, ko cilvēks līdz šim ieguvis, nāk no Potosi kalna dzīlēm — no milzīga un apbrīnojami pareiza konusa, kas slienas pret debesīm pašā Dienvidamerikas centrā (Bolīvijā), tur, kur Kordiljēru grēdas sevišķi augstas, krāšņas un nepieejamas.

Ar Potosi kalna vārdu, kas seno Amerikas iedzīvotāju — inku valodā nozīmē «balss», saistās leģenda. Tā stāsta,

ka reiz inku valdītājs Vaine Kapaku, zinādams par kalna bagātībām, pavēlējis saviem kalnračiem iegūt šīs bagātības. Taču ar pirmo cirtņa sitienu pa kalna iezi notā dzīlēm līdzīgi pārkonam atskanēja balss: «Dievs glabā šīs bagātības tiem, kas nāks vēlāk...» Inki neiedrošinājās pretoties šai balsij un atstāja kalnu, ko pēc tam sākuši saukt par Potosi.

Pēc inkiem atnāca spāņi — nekaunīgi un cietsirdīgi iekarotāji. Tie sadzirdēja leģendu par Potosi, bet tas nepastādināja alkātīgos fanātiķus. Mantkārība tiem iedvesa spēkus, palīdzēja pārvarēt visus šķēršļus; pelni, asaras un asinis iezīmēja spāņu ceļu. Atnākuši Potosi kalna pakājē, spāņi šeit neatrada sudrabu, pēc kura tik bezgalīgi alka. Sudraba vietā pret debesīm slējās milzīgs, pelēks kalns, kura pakājē gulēja tādi paši pelēki akmens bluķi.

Atrast sudrabu spāņiem palīdzēja kāds nejaušs gadījums. Stāsta, ka reiz kāds nabaga gans, indiānis Valka, aiz bailēm no sava saimnieka — spānieša dusmām ilgi meklēja no bara noklīdušo aitu. Pārnakšņojis Potosi kalna pakājē, gans, meklēdams patvērumu no nakts mitruma un ledaini stindzinošā vēja, iekūra ugunsкуру, kura pelnos viņš nākošajā rītā atradis spīdīgas metāla lodītes. Taisnodamies saimniekam, viņš tam parādīja metāla pilienus, kurus bija izkausējis ugunskurs. Nelaimīgā gana saimnieks Huans de Viljaroels izkausētajos metāla pilienos bez kādām grūtībām saskatīja sudrabu, pēc kā viņš tik ilgi un bez kādiem panākumiem bija tikojis. Tas notika 1545. g. 22. aprīlī. Tā sākās Potosi raktuvju traģēdija.

Pēc Potosi sudraba raktuvju atklāšanas uz Eiropu sāka plūst milzīgas straumes sudraba. 16. gs. otrajā pusē uz Spāniju tika izvesti 7 175 223 kg šī vērtīgā metāla.

Potosi pilsēta, kas plešas Potosi kalna pakājē, kļuva par spāniešu verdzināto Dienvidamerikas tautu ekonomisko centru. Neiedomājami smagos apstākļos kalna dzīlēs strādāja par vergiem kļuvušie indiāņu kalnrači. Tos ieslodzīja pazemē kā cietumā uz 5 gadiem un ilgāk. Kalnrači gāja bojā tūkstošiem. Iegūtais sudrabs, pārplūdinādams Spāniju, bet pēc tam tās kaimiņvalstis Portugāli un Franciju, pārvērta šīs valstis par visspēcīgākajām Eiropā. 8 miljonus indiāņu dzīvību maksāja šie sudraba plūdi. Katra dzīvība maksāja mazāk par vienu kilogramu! Vai nelaimīgais Valka varēja iedomāties, cik dārgi izmaksās indiāņu tautai viņa noklīdusī aita!

NEITRONU «RIJĒJS»

48. Kadmijs — Cadmium (Cd)

Katrs, kas izlasījis kaut vienu rakstu, stāstu vai piezīmi par atomreaktora darbību, atceras, ka allaž tikusi uzsvērtā atomreaktora iekārtas svarīga detaļa, un proti: atomreaktoru darbības regulēšanai un aizsardzībai pret avārijām lieto kadmija stieņus. Tas izskaidrojams šādi. Lai vadītu kodolreakciju, jāregulē neitronu plūsma. Tā kā metāliskais kadmijs spēj absorbēt neitronus, tas ir vispiemērotākais materiāls neitronu plūsmas regulēšanai. Reakcijas vadīšanai atomu katlā ievieto kadmija stieņus. Iegremdējot vai izvelkot stieņus no reaktora, var palielināt vai samazināt neitronu plūsmu un tātad arī kodola «degvielas» degšanas intensitāti. Kadmijs atomreaktorā izpilda «kurinātāja pienākumus». Lai katlu iedarbinātu, kadmija stieņi lēnām jāizvelk, līdz dažādās vietās izvietotie reaktora kontroles aparāti, kas mēra neitronu plūsmu, rāda, ka reakcija sākusies. Ja tā norit pārāk intensīvi, stieņus atkal iegremdē katlā, lai samazinātu reakciju līdz nepieciešamajam līmenim. Gadījumā, ja aparāti konstatē, ka parastie kadmija stieņi slikti tiek galā ar saviem «pienākumiem», nekavējoties iedarbojas masīvs kadmija stienis avārijas novēršanai. Tikko to iegremdē reaktorā, kodola «degvielas» «degšanas» process sāk apdzist!

Kalifornijas štatā (ASV) konstrukcijas defekta dēļ nebija iespējams savlaicīgi iegremdēt katlā šādu avārijas stieni, un izmēģinājuma atomreaktors ilgāku laiku «dega» kā vulkāns. Katram gadījumam evakuēja stacijas apkārtnes iedzīvotājus. Kā atomreaktoru «kurinātājam» kadmijs nākotnē paveras plašas perspektīvas. Citiem vārdiem, tam nedraud bezdarbs.

Par citu kadmija lietošanas sfēru liecina pats metāla nosaukums. «καδμεία» ir grieķu vārds un tulkojumā nozīmē «cinka rūda». Šādu nosaukumu metāls kadmijs dabūjis tāpēc, ka tas vienmēr ir cinka rūdu sastāvdaļa. No šīm rūdām kadmiju iegūst kā cinka ražošanas «atkritumu». Pēc savām īpašībām kadmijs līdzīgs cinkam, dažreiz tas pat sekmīgi var aizstāt pēdējo. Ja pret koroziju jāaizsargā tērauda izstrādājumi jūras ūdenī, tos pārklāj ar kadmiju. Elektriskā transporta speciālistiem ir tēlainis izteiciens — «vara troksnis». Ar šo terminu apzīmē tram-

vaju, trolejbusu, virszemes un apakšzemes elektrisko lokomotīvu vadu nodeldēšanu, ko izraisa strāvas noņēmēji. Tūkstošiem tonnu pulverī pārvērties varš nobirst zemē... un iet zudumā. Varam piemaisot kadmiju, krasi samazinās trolejbusu vadu dilšana, tramvaja vadi kalpo bez nomaiņšanas un remonta ilgus gadus pat visdzīvākajās maģistrālēs.

Vislabākā dzeltenā krāsa ir kadmija un sēra savienojums (kadmija sulfīds). Šīs krāsas izgatavošanai izlieto lielus daudzumus kadmija.

Akumulatoru atradīsim automašīnā, dzelzceļlīnijas apgaitnieka elektriskajā lukturī, avārijas apgaismojumā slimnīcu operāciju zālēs u. tml. Akumulators baro ar elektrisko strāvu kalnraču un ugunsdzēsēju ķiveri piestiprināto spuldzīti-prožektoru, dzen zemūdens laivu, iedezina Jaungada eglītes spuldzītes. Dažus akumulatorus, kas domāti apgaismošanai, tieši sauc par KNA akumulatoriem (kadmija-niķeļa akumulatori). Tos konstruējis padomju zinātnieks B. Kosobruhovs.

Dabā kadmija sastopams 25 reizes mazāk nekā «retais» ģermānijs, tomēr kadmiju lieto daudz vairāk un biežāk, un tas ir arī lētāks par ģermāniju. So paradoksu izskaidro pavisam vienkārši: kadmiju iegūst kā cinka rūdas pārstrādāšanas blakus produktu, kā «atkritumu» vai vērtīgu «piedevu».

Kadmija amalgāmu (kadmija šķīdinājums dzīvsudrabā) izmanto zobārstniecības tehnikā zobu plombēm. To lieto arī par acu pilieni sastāvdaļu.

KĀDS SPOGULIS LABĀKS?

49. Indijs — Indium (In)

Daudziem zināmo mazliet robusto parunu «Nav ko pulgot spoguļi, ja ģimis greizs» ķīmiķi pārfrazējuši šādi: «Nav ko pulgot spoguļi, ja tas nav no indija.» Šādas pārfrazēšanas jēga kļūst saprotama pēc īsa paskaidrojuma. Visi spoguļi atstaro krāsainus gaismas starus nepilnīgi. Kā mēdz teikt, spoguļis nevienādi atstaro dažādās spektra krāsas. Tāpēc, piemēram, krāsainajam apģērbam spoguļi ir mazliet cita nokrāsa, nekā tam ir patiesībā. Šis trūkums piemīt gan sudraba un alvas, gan arī dzīvsudraba-bismuta spoguļim. No pulētas nerūsējoša

tērauda vai cita metāla plāksnītes izgatavots spogulis arī atstaro krāsainos starus nepilnīgi. Un tikai indijs atstaro vienādi labi visas spektra krāsas. Tāpēc metāliskais indijs ir neaizstājams materiāls augstvērtīgu spoguļu izgatavošanai. Tam ir ļoti liela nozīme precīzu astronomisku aparātu konstruēšanā. Piejaucot sudrabam indiju, pastiprinām spoguļa spožumu un novēršam, ka tas kļūst nespodrs gaisā. Tāpēc tiro indiju vai tā sakausējumu ar sudrabu lieto reflektoru pārklāšanai. Tādi reflektori nezaudē savu spožumu, un tiem ir konstants atstarošanas koeficients.

Starp citu, otrā pasaules kara laikā, kad vācu aviācija uzlidoja Londonai, angļu pretgaisa aizsardzības prožektoru bija ļoti labs palīgs zenītartilērijai cīņā pret fašistu aviāciju. Prožektoru spēju «izurbties» cauri Londonas miglai nodrošināja metāls indijs, ko angļi izmantoja prožektoru spoguļu izgatavošanai. Diemžēl indijam ir ļoti zema kušanas temperatūra — 156°C, tāpēc spogulis prožektoru darbības laikā nepārtraukti jāatdzesē.

Gaisā indijs ir pilnīgi stabils un ilgi saglabā sudrabaini balto krāsu šķērsgriezumā. Starp citu, to var griezt ar nazi. Indijs ir daudz mīkstāks par svinu un uz papīra atstāj ļoti saredzamu svītru. Varu, arsēnu, svinu un daudzus citus metālus dabā atrod minerālos. Indijam tādu minerālu nav. Indijs atrodams cinka rūdā, kā arī citos metālu savienojumos ar sēru. Ar katru gadu indiju arvien vairāk lieto dažādos sakausējumos. Vienam no indija sakausējumiem ar svinu, bismutu un dažiem citiem metāliem kušanas temperatūra ir tikai 46,5°C. No šāda sakausējuma izgatavota tējkarotīte «izkustu», to jau pirmoreiz ieliekot karstā tējā. Zobu plombēšanai lietotie sakausējumi, kas satur indiju, ir ļoti izturīgi. Pievienojot nelielos daudzumos indiju vara sakausējumiem, ievērojami pastiprinās to izturība pret jūras ūdeni.

Dažu ķīmisko vielu spēju izmainīt savu pretestību infrasarkano staru iedarbībā izmanto termopelengācija (priekšmetu atrašanās vietas noteikšanai pēc siltuma starojuma). Pie vielām, kurām piemīt ļoti augsta jutība pret siltuma starojumu, pieder indija antimonīds, kas nosaka arī arvien pieaugošo pieprasījumu pēc tīrā indija. Indijs ir izkļiedēts un rets metāls. Visā pasaulē iegūst tikai pāris tonnu indija gadā.

Ir zināms liels skaits (23) indija mākslīgo radioaktīvo izotopu. Viens no diviem dabiskajiem indija izotopiem

(¹¹⁵In), kas sastāda 95,7% maisījuma, ir β-radioaktīvs. Tā pussabrukšanas periods ir neiedomājami liels — 600 triljoni gadu ($6 \cdot 10^{14}$)! Sabrukšanas produkts ir viens no alvas stabilajiem izotopiem ar masas skaitli 115.

Indiju atklāja cinka rūdā 1863. g. vācu ķīmiķi F. Reihs un T. Rihters (Freibergā, Saksijā) ar spektrālās analīzes palīdzību.

Šī elementa spektrā ir pazīstamās krāsvielas indigo krāsu līnija. Tumšzilā krāsviela indigo devusi jaunajam elementam vārdu. Savu nosaukumu indijs attaisno arī pēc liesmas nokrāsas izmaiņām. Liesma nokrāsojas zili violetā krāsā.

Indija vietu periodiskajā tabulā galīgi noteica D. Mendelejevs. Līdz tam indiju uzskatīja par otrās grupas elementu.

METĀLS, KAS SLIMO AR... MĒRI

50. Alva — Stannum (Sn)

Gandrīz pusi no visā pasaulē iegūstamās alvas izlieto baltā skārda izgatavošanai, ko izmanto galvenokārt konservu kārbām. Tāpēc alvu dažkārt tēlaini sauc par konservu kārbu metālu. Otru pusi no visā pasaulē iegūstamās alvas, kas 20. gs. 50. gadu beigās sasniedza 150 tūkstošus tonnu, izlieto tik daudzās nozarēs, ka to uzskaitījums vien aizņemtu vairākas lappuses. Minēsim tikai, ka jebkurā grāmatā burtu iespiešanai izmantots šrifts, kas izgatavots no sakausējuma, kura sastāvā 5—30% apmērā ietilpst alva. Automašīnas, lidmašīnas, lokomotīves un daudzu citu mašīnu lodišu gultņus izgatavo no babītiem — sakausējumiem, kas satur alvu ar svinu, varu un antimonu. Dažādās bronzas šķirnes obligāti satur alvu. Maskavas Kremļa «cars-lielgabals» — krievu metāllēdēja Andreja Čohova aprīņojamais darbs, divsimt tonnu smagais «cars-zvans» — ne mazāk ievērojamais krievu meistaru I. un M. Matorinu brīnums, E. Falkonē nemirstīgā skulptūra «Vara jātnieks», P. Klota bronzas zirgi, kas raujas ārā no jaunekļu rokām uz Aņičkova tilta Ļeņingradā, un daudzi citi brīnišķīgi pieminekļi izgatavoti no bronzas.

No bronzas atlieti pieci milzīgi (pieci metri diametrā) vainagi, kas nolikti uz brāļu kapiem Treptova parkā Berlīnē pie pieminekļa cīņās par fašistiskās Vācijas galvas-

pilsētas atbrīvošanu kritušajiem Padomju Armijas karavīriem.

No bronzas izgatavota arī mauzoleja galvenā skulptūra — 13 metrus augsts Padomju Armijas karavīra tēls. Drosmīgi un lepni karavīrs raugās nākotnē, turot labajā rokā šķēpu. Šķēps nolaists uz sadragātā kāškrusta, ko saminis smagais karavīra zābaks. Kreisajā rokā karavīrs tur bērnu, kas pašāvēģīgi un maigi pieklāvējis viņa varenajām krūtīm.

Sakausējuma nosaukums — bronza ir īpatnējs simbols, kas iezīmē cilvēces vēsturē ilgstošu posmu — bronzas laikmetu; tas liecina, ka cilvēks alvu pazinis jau sen.

Nemaz nav tik grūti saprast, kāpēc alva un varš kļuva par cilvēku uzmanības objektu senatnē un kāpēc bronza bija tāda ievērojama loma cilvēces kultūras vēsturē. Samērā viegli no rūdas var iegūt varu, bet vēl vieglāk iegūstama metāliskā alva, kuras kušanas temperatūra ir tikai 232°C. Lai izkausētu tīru alvu, tās rūda (galvenā rūda ir kasiterīts jeb alvas akmens, alvas savienojums ar skābekli) tikai jāsamaisa ar oglēm, šis maisījums jāaizdedzina un ar parastajām kalēju plēšām, ko cilvēki lietoja jau pirms tūkstošiem gadu, tam jāpūš cauri gaiss. Ēģiptieši pratuši iegūt alvu no rūdas jau 3000 gadu pirms mūsu ēras. Pats alvas nosaukums *stannum* (no sanskrita vārda *sta* «cietais») liecina, ka Austrumu zemēs šo metālu pazina vēl agrāk — vairāk nekā 4000 gadu pirms mūsu ēras.

Alvu pazina arī fēniķieši. No alvas tie gatavoja ūdensvada caurules. Alvas caurules atrastas arī kādas Kartāgas kolonijas drupās Sicīlijas salā.

Iespējams, ka bronzu sākumā ieguva pavisam nejauši, jo ir rūdas, kas satur gan alvu, gan varu. Vēlāk bronzu sāka izgatavot pēc noteiktas receptūras, par ko liecina seno bronzas izstrādājumu analīzes rezultāti.

Brīvā stāvoklī alva ir sidrabaini balts, spīdīgs metāls ar labi izteiktu kristālisko struktūru; tā blīvums ir apmēram 7,3 g/cm³, kušanas temperatūra 231°C. Saliecot alvas



nūjiņu, dzirdams raksturīgs briksķis, kas nosaukts par «alvas kļiedzienu». Tas acīmredzot izskaidrojams ar kristālu berzēšanos un pārraušanu. Starp citu, tas ir vienīgais gadījums, kad dzirdi iespējams izmantot par līdzekli ķīmiskai analīzei. Alva ir mīksta un valkana, tāpēc tā viegli velmējama. Plānās alvas plāksnes — alvas foliju jeb staniolu izmanto konditorejas rūpniecībā šokolādes, konfekšu un citu izstrādājumu iesaiņošanai.

Pirms vairāk nekā 300 gadiem pamanīja, ka alva ļoti labi turas tīras dzelzs virspusē, pasargājot to no rūšēšanas. Bez tam, ilgu laiku lietojot alvas traukus, cilvēki pārliecinājās, ka tie gandrīz nenosūbē un ēdienam alvas traukā nerodas nepatīkama piegarša.

Tā alva kļuva par «konservu kārbu metālu», kas mūsu dienās tikpat nepieciešamas kā sērskābe vai elektriskā spuldze.

Pēc tam kad esam izmetuši konservu kārbu atkritumos, alvas vēsture ar to vēl nebeidzas, tāpat kā tā nebeidzas ar baltā skārda atgriezumiem; tai vēl priekšā «tikšanās» ar hloru vai elektrisko strāvu. Ja šādai izlietotai konservu kārbai laiž cauri sausa hlorā strūklu, alva, savienodamās ar hloru, pārvēršas par alvas hlorīdu, no kura var atkal iegūt šo vērtīgo metālu vai alvas skābes sāli (nātrija staniātu), ko jau izsenis izmanto par kodinātāju audumu krāsošanā.

Alvai, kura tik stabili ieviesusies mūsu ikdienā un tehnikā un kurai ir daudz vērtīgu īpašību, salīdzinājumā ar citiem metāliem piemīt arī pavisam neparastas īpašības.

... Pirms daudziem gadiem uz Sibīriju devās ļoti apgādāta ekspedīcija. Visi trauki bija izgatavoti no alvas. Tiklīdz ekspedīcija nonāca Sibīrijā, tā nokļuva komiskā situācijā. Produkti bija, tikai trauki bija sabirzuši pelēkā pulverī. Izpalīdzēja vietējie iedzīvotāji, kas ekspedīciju pavadīja: viņi izgreba no koka karotes un bļodiņas.

... 1912. g. pazīstamais polārpētnieks Skots noorganizēja ekspedīciju uz Dienvidpolu. Tvertnes un skārda trauki ar šķidro kurināmo bija aizlodēti ar alvu. Lielajā salā tie izira, un degviela iztecēja. Skota ekspedīcija gāja bojā.

Pazīstamais ķīmiķis akadēmiķis I. Kablukovs savās atmiņās stāsta, kā viņa skolotājam V. Markovņikovam reiz atnesa izpētīšanai tējkannu no cara intendatūras krājumiem. Visa tējkanna bija pārklāta ar pelēkiem plankumiem

un nogulsņējumiem, tējkannas sienīņas, tām viegli uzsitot ar pirkstiem, sabirza putekļos. Izdarot analīzi, nekādi piemaisījumi alvai netika konstatēti. Cēlonis slēpās pašā... alvā. Izrādās, ka par -13°C zemākā temperatūrā alvas stabilā modifikācija (tā pastāv trijos modificējumos) ir pelēkā, pulverveidīgā forma (blīvums $5,8\text{ g/cm}^3$). Tāpēc, pazeminoties temperatūrai, sākas parastās, kristāliskās formas pāreja pelēkā, pulverveidīgā. Pārejas ātrums atkarīgs no temperatūras — jo zemāka temperatūra, jo ātrāka pāreja. Kā pierādījuši krievu zinātnieki A. Komars un K. Ivanovs, -30°C temperatūrā tā sasniedz maksimumu. Lūk, kāpēc gāja bojā ekspedīcija un neapkurināmajā intendatūras noliktavā skarbahajā ziemā no tējkannām un kareivju pogām palika tikai pelēka pulvera kaudzes. Alvas «slimība», kas saistīta ar alvas kristāliskās modifikācijas pāreju pulverveidīgajā, nosaukta par «alvas mēri». Iespējams, ka, parastajai alvai nākot kontaktā ar «slimo» — pulverveidīgo, notiek «inficēšanās».

Par 200°C augstākā temperatūrā, t. i., temperatūrā, kas tuva alvas kušanas punktam, alva viegli pāriet trešajā modifikācijā, kuras blīvums ir $6,6\text{ g/cm}^3$; tā atšķiras ar savu trauslumu. Šo modifikāciju viegli saberzt pulverī.

Viens no desmit dabiskajiem alvas izotopiem (vismagākais, ar masas skaitli 124), kura maisījumā ir apmēram 6%, ir radioaktīvs. Dabiski, rodas jautājums, vai ievērojama daļa cilvēces, patērējot konservus no skārda kārbām, nesaindējas ar radioaktīvā sabrukuma produktiem. Jautājums pilnīgi likumsakarīgs, bet bailes acimredzot veltas, jo šī izotopa pussabrukšanas periods ir neiedomājami ilgs — 150 kvadriljonu ($1,5 \cdot 10^{17}$) gadu! Tātd sabrukšana notiek tik lēni, ka pat tad, ja konservi būtu saglabājušies no tiem laikiem, kad cilvēks vispār parādījās zemes virsū (pirms 1 miliona gadu), konservu kārbā nebūtu sakrājies pietiekami daudz sabrukšanas produktu, kuri varētu kaitēt no šādas kārbas konservus baudījušam cilvēkam.

Pieprasījums pēc alvas ir milzīgs, bet tās krājumi zemē ierobežoti. Vislielākie alvas piegādātāji pasaules tirgū ir Malaja, Indonēzija, Kongo (Kinšasa), Nigērija, Bolīvija. Ieņemdama alvas ieguves ziņā trešo vietu starp kapitālīstiskajām zemēm, Bolīvija ievērojama ar to, ka tās alvas rūdu galvenais avots ir pasaules sudraba krājumu vēsturē pazīstamais Potosi kalns.

Potosi kalns, kas trīs gadsimtus bija viens no bagātākajiem sudraba rūdas avotiem, beigu beigās kā sudraba dabiskā krātuve bija iztukšots. Izaugusi kalna piekāvē, Potosi pilsēta, kuras sudraba slava trīs gadsimtus žilbināja pēc iedzīvošanās alkstošos augļotājus, kapitālistus un visādu sugu avantūristus un spekulāntus, šķīta uz višiem laikiem atstājusi komercijas spožo skatuvi. Un patiesi, Potosi pilsēta līdz ar kalnu, kas to bija radījis, ieslīga miegā. Bet... miegs nebija ilgs. 19. gs. beigās kalnā atrada alvu. Tehnikas un rūpniecības straujai attīstībai alva bija tikpat vērtīga kā sudrabs. Tā sākās Potosi pilsētas atdzimšana, un atkal, tāpat kā tas bija sudraba drudža laikos, šahtās sāka nolaisties vietējie iedzīvotāji — indiāņi, bet alva deva peļņu šahtu īpašniekiem ārzemniekiem. Tiesa, saimnieki bija mainījušies, — spāņu vietā bija atnākuši amerikāņi, bet portugāļus nomainījuši angļi, taču darba apstākļi un ekspluatācijas paņēmieni palika tie paši.

Zemes galveno bagātību — alvu savās rokās sagrāba ārzemju kapitāls. Interesanti atzīmēt, ka trim monopolistiem — Aramaijo, Patinjo un Hohšilda trestam vēl nesen piederēja 80% alvas ieguves Bolīvijā.

Padomju Savienībā alvas rūdas, kurām ir rūpnieciska nozīme, atrodas Austrumsibīrijā un Jakutijas APSR.

ŠTĀLHAUZENAS KLOSTERA PRIEKŠNIEKA KĻŪDA

51. Antimons — Stibium (Sb)

«Šveika piedzīvojumu» autors Jaroslavs Hašeks stāstā «Dzīvības akmens» apraksta, kā 1460. g. Štālhauzenas (Bavārijā) klostera priekšnieks, meklējot «gudrības akmeni» un «dzīvības eliksīru», atrada metālu, ko labprāt ēdušas cūkas, ļoti ātri pieņemoties svarā. Klosters priekšnieks, redzēdams, ka viņa atklātajam metālam ir tādas īpašības, nolēma nobarot savus mūkus. Šim nolūkam viņš pie mūku galvenā ēdiena — griķu biežputras — pielika sasmalcinātu metālu, «Nākamās dienas rītā visi 40 mūki,» raksta Hašeks, «nomira drausmīgās mokās.» Klosters priekšnieks nosauca pulveri latīniski par «antimoniju», t. i., par līdzekli «pret mūkiem».

J. Hašek, iespējams, šo gadījumu aprakstīt ierosināja fakts, ka antimonu izmantojis ārstniecībā nepazīstams viduslaiku alķīmiķis, kas maskējās ar pseidonīmu Bazīlijs Valentīns.

Savā monogrāfijā par antimonu «Antimona triumfa rati» (1604.) Bazīlijs Valentīns ļoti enerģiski propagandē antimona un tā savienojumu izmantošanu ārstniecībā. Šāds ieteikums pamatojās uz priekšstatu par slimībām kā par parādībām, ko izraisa kaitīgi «piemaisījumi» organisma asinīs. Tāpat kā antimons attīra zeltu no piemaisījumiem, tā tas, pēc Valentīna domām, spēj attīrīt slimnieka organismu no kaitīgiem piemaisījumiem un atdot cilvēkam zaudēto veselību.

Daži antimona savienojumi ir melnā, citi — oranžsarkanā krāsā. Vairākus šādus savienojumus pagājušos gadšimos lietoja modes dāmas uzacu krāsošanai. Sensenos laikos arābi Austrumu zemēs tirgojās ar uzacu krāsu, kuras sastāvā bija antimons; antimona savienojumus kosmētiskajiem nolūkiem izmantoja jau senajā Ēģiptē. Uzacu un skropstu krāsošanai lietoja vienu no antimona dabiskajiem savienojumiem — antimona trisulfīdu — antimonītu. Vienai no tā modifikācijām ir violeti melna krāsa. Starp citu, šis savienojums nemaz nav tik nekaitīgs. Ir ziņas, ka antimona savienojumu izmantošana kosmētiskajiem mērķiem daudzos gadījumos izraisījusi nopietnas acu slimības.

Latīņu vārds *stibium*, kā ķīmiķi apzīmē antimonu, cēlies no grieķu vārda στίμμι, kas nozīmē «antimona spīde».

Pēc grāmatu iespiešanas izgudrošanas antimonu sāka lietot tipogrāfijas burtu izgatavošanai. Kūstot 631°C temperatūrā, antimona tilpums samazinās, bet atdziestot — izplešas; tas dod labus lējumus, precīzi atveidojot formas detaļas. Tipogrāfijās lietojamais sakausējums «harts» satur 26% antimona. Antimonu lieto arī antifrikcijas kaušējumu izgatavošanai, mākslinieciskajiem lējumiem, kaušējums ar svīnu — skrošu, šrapneļu ložu, kā arī matricu izgatavošanai. Bez tam antimonam ir liela nozīme sērkočiņu ražošanā. Tā sērkočiņu kārbīņas daļa, ko mēdz saukt par berzni, satur antimona sulfīdu. Kopā ar sarkano fosforu tas arī piešķir sērkočiņu kārbīņas berznei tumšbrūno krāsu.

Elektronikas panākumi paver jaunas iespējas antimona un tā sakausējumu izmantošanai. IZRĀDĀS, ka, lietojot

antimonu, var izgatavot mikroelektronu aparātus, kas patērēs mazāk enerģijas nekā modernie pusvadītāju tranzistori.

Tīrā veidā antimons ir sidrabaini baltas krāsas metāls. Tā blīvums — $6,62 \text{ g/cm}^3$. Tas slikti vada siltumu un ir ārkārtīgi trausls. Antimons ir tik trausls, ka to viegli var saberzt smalkā pulverī parastajā porcelāna piestiņā.

Ir zināmi daži antimona alotropiskie veidi (parastais pelēkais, dzeltenais un melnais antimons). Savdabīgs ir tā saucamais eksplodējošais antimons. Šo modifikāciju iegūst uz katoda, ilgstoši elektrolizējot stipru antimona trihlorīda šķīdinājumu koncentrētā sāļsskābē. Pēc izskata tas atgādina pulētu grafitu, ir stipri nestabils. Tikko to sāk karsēt vai berzēt ar stikla nūjiņu, notiek sprādziens un izdalās biezi, balti dūmi. Sprādziena rezultātā rodas parastais pelēkais antimons.

Viduslaiku ķīmiķi atklājuši, ka izkausētā antimonā izšķīst gandrīz visi metāli. Metālu, kas «aprij» citus metālus, dēvē par «ķīmisko plēsoņu». Varbūt tāpēc arī antimonu simboliski zīmēja kā vilku ar atplestu rīkli.

Dažus antimona savienojumus lieto medicīnā kā vērtīgus ārstnieciskus līdzekļus cilvēku un dzīvnieku dažādu infekciju slimību (miega slimības, ko izplata cece muša, kalaazaras jeb tropiskās splenomegālijas — liesas progresīvās palielināšanās, filaridozu, ko izraisa limfatiskajā sistēmā dzīvojošs diegveida parazīts) ārstēšanai. Citus antimona savienojumus lieto kā atkrēpošanas līdzekļus, retāk — kā vemšanas izraisītājus. Sevišķi plaši šo antimona īpašību izmantoja viduslaikos. Lai izraisītu vemšanu, parasti pasniedza vīnu, ko paturēja antimona traukos.

Cariskajā Krievijā antimonu neieguva. Nebija pat zināmas tā atradnes. Antimona meklēšana un ražošana izvēsta tikai padomju varas gados. Padomju Savienībā ir vairākas lielas antimona atradnes, starp citu, Kaukāzā, Austrumsibirijā un Kazahijā.

PARADOKSĀLAIS ZELTS

52. Telūrs — Tellurium (Te)

Tīrais telūrs pēc ārējā izskata un dažām savām īpašībām, bez šaubām, ir metāls, lai gan citas tā īpašības liek to pieskaitīt pie nemetāliem.

Aurum paradoxum — «paradoksālais zelts», tā telūru nosauca pēc tam, kad 18. gs. beigās (1782. g.) to bija atklājis F. Millers fon Reihensšteins (1740.—1825.) savienojumā ar zeltu un sudrabu minerālā silvanītā. Pavisam pārsteidzošs likās fakts, ka zeltu, ko parasti vienmēr sastop tīrā veidā, pēkšņi atrada savienojumā ar telūru. Lūk, kāpēc telūru nosauca par paradoksālo zeltu. Vēlāk (1798. g.), kad M. Klaprots sīki izpētīja jauno vielu, viņš to par godu ķīmisko brīnumu nesējai zemei nosauca par telūru (no latīņu vārda *tellus* «zeme»). Šis nosaukums ieviesās visu zemju ķīmiķu leksikonā.

Tīrā veidā telūrs ir cieta kristāliska viela, gaišpelēkā krāsā ar metālisku spīdumu. Telūra augstā kušanas (449°C) un viršanas (1390°C) temperatūra tuvina to metāliem. Telūrs vada elektrisko strāvu, pie tam tā elektrovadāmība pieaug, palielinoties apgaismojumam.

Telūru lieto galvenokārt svina kabeļu izgatavošanā. Pievienojot svinam telūru (0,1—0,5%), svins kļūst cietāks un elastīgāks, uzlabojas tā mehāniskās un antikorozijas īpašības. Gumijas rūpniecībā telūru izmanto kaučuka vulkanizēšanai. Dažus telūra savienojumus izmanto stikla vai porcelāna krāsošanai brūnā, tumšbrūnā un sārtā krāsā, fotografēšanā — uzņēmumu tonēšanai un bakterioloģijā — mikroorganismu nokrāsošanai.

Telūra savienojumi ir indīgi. Saindējoties ar telūru, tas lēnām izdalās no organisma, veidodams gaistošus savienojumus, kuriem ir nepatīkama smaka. Lai raksturotu šo smaku, grūti sameklēt vārdu: tā ir briesmīga, nepanesama, neciešama. Vārdu sakot — neiedomājami pretīga, cilvēkam neizturama smaka. Literatūrā aprakstīti gadījumi, kad ķīmiķi, kas bija nekārtīgi strādājuši ar telūra savienojumiem, bija spiesti uz pāris nedēļām izbaukt no pilsetas, lai sevi «izvēdinātu», jo no viņiem nāca neciešama smaka. Bet kā viņi paši to izturēja? Paši viņi smaku nejuta. Mūsu «aparāts» smaku noteikšanai — deguns ir ļoti precīzs instruments tikai līdz zināmajam laikam. Pamazām nervu gali, kas atrodas deguna gļotādā, zaudē savu jutību, jo tos paralizē telūra savienojumu iedarbība. Tā, starp citu, iedarbojas ne tikai telūra, bet arī selēna, sēra un dažu citu vielu savienojumi. Telūra savienojumu neciešamā smaka rodas pat tādā gadījumā, ja organismā nokļūst visnecīgākie telūra daudzumi — grama miljonā vai

desmitmiljonā daļa. Telūra loma organismā pagaidām vēl nav izpētīta.

Sakarā ar plašiem pētījumiem jaunu materiālu nozarē konstatēts, ka dažām šķīdrajām un stiklveidīgajām telūru saturošajām vielām, it īpaši tādām, kurās atrodas nevis oksīdi, bet sulfīdi, ir pusvadītāju īpašības. Viena no šādām stiklveidīgajām vielām ir sakausējums, kas satur arsēna telurīdu.

Perspektīva ir bismuta telurīda lietošana aparātos, kas saules siltumu pārvērš elektriskajā enerģijā (termoelektroģeneratori). Viens no pirmajiem šādu ģeneratoru izmēģinājuma paraugiem bija uzstādīts Dienvidfrancijā Tulonas apkaimē. Tā termoelementu, kas sastāv no bismuta telurīda, «baro» saules siltums, ko uztver plāksnes veida kolektors, kura silšanas platība ir 17 m². Kolektora plākšņu maksimālā sasilšanas temperatūra sasniedz 140°C. Dienas laikā katrs kolektora kvadrātmetrs dod 50 Wh elektroenerģijas. Izmantojamais spriegums — 24 V.

Termoelektroģeneratoru bateriju lietderīgās izmantošanas koeficients patlaban vēl nepietiekami liels. Taču zinātnieki nešaubās, ka tuvā nākotnē tas tiks stipri paaugstināts. Kad tas notiks, saules bateriju kolektoru plāksnes intensīvi uztvers saules starus zemeslodes tuksnešainajos un sausajos apgabalos, virs kuriem vienmēr plešas skaidras debesis, un dos gandrīz par velti milzīgus daudzumus elektroenerģijas.

Viens no astoņiem dabiskajiem telūra izotopiem (¹³⁰Te), kura visvairāk (34,49%) ir dabiskajā maisījumā, ir radioaktīvs. Tam ir milzīgs pussabrukšanas periods — 4·10¹⁰ gadi!

SLIMĪBU ATVAIRĪTĀJS

53. Jods — Jodum (J)

Daudzi pazīst šo elementu pēc tumšbrūnā, specifiski smaržojošā spirta šķīduma, ko sauc par joda tinktūru. Lai kam gan katram nācies iezīst ar šo šķīdumu brūci. Tīrs jods ir tumšpelēki, gandrīz melni kristāli ar metālisku spīdumu un asu smaku. Joda kristāliem piemīt dīvaina īpašība: sildot tie viegli pārvēršas violetos tvaikos, nepārejot šķidrā stāvoklī. Šo parādību sauc par sublimāciju.

Jods ir viens no aktīvākajiem nemetāliem. Tāpēc tas

dabā brīvā veidā nav sastopams. Joda svarīgākie savienojumi ir kālija un nātrija jodīdi. Šie savienojumi, lai gan dabā joda ir samērā maz, izkaisīti ļoti plaši. Tāpēc arī akadēmiķis A. Fersmans savā grāmatā «Saistošā ģeokīmija» nosaucis jodu par visur esošu. Jodu saturošu savienojumu galvenais rezervuārs ir jūru un okeānu ūdeņi. Jūras augi un sūkli spējīgi uzkrāt joda savienojumus ievērojamos daudzumos (līdz 8,5% no masas). Šo jūras augu pelni arī var noderēt tīra joda iegūšanai.

Padomju Savienībā un dažās citās zemēs jodu iegūst no urbumu ūdeņiem, parasti naftas rajonos. Mūsu zemē joda iegūšanai no šiem ūdeņiem izbūvētas speciālas rūpnīcas. Joda saturs šādos ūdeņos nav liels (0,005%). Ūdeņus, kas iepriekš bagātināti ar jodu, iztvaicē saulē, pēc tam apstrādā ar hloru un izdalījušos jodu absorbē ar attiecīgiem aģentiem (ar aktivētu ogli, sveķiem u. c.). Šo metodi izstrādājis padomju inženieris B. Deņisovičs 1930. g.

Brīvo jodu 1811. g. ieguva Parīzes ķīmiķis B. Kurtuā (1777.—1836.), apstrādājot ar sērskābi jūras augu pelnus. Nosaukums «jods», ko šim elementam devis Ž. Gē-Lisaks (1813. g.), cēlies no grieķu vārda *ιωειδης*, kas nozīmē «vijolišu krāsā» (pēc tvaiku krāsas).

Dzīvnieku un sevišķi cilvēka dzīvē jodam ir ārkārtīgi svarīga nozīme.

Jods ietilpst ļoti svarīgā hormona — tiroksīna sastāvā. Hormoni regulē daudzus ļoti svarīgus dzīvības procesus, ietekmē organisma augšanu, barošanos, tā psihisko darbību, sirdsdarbību, asinsvadu stāvokli utt. Ja trūkst tiroksīna, ko izstrādā vairogdziedzeris, rodas kākslis. Ja tiroksīna veidošanās apstājas agrā jaunībā, organismā notiek tādas pārmaiņas, kas pazīstamas ar nosaukumu kretinisms. Lai gūtu priekšstatu par to, kas ir kretinisms, iedomāsimies pieaugušu jaunu cilvēku, kura augums mazāks par ... vienu metru, ar lielu, nepareizi veidotu galvu, pārsteidzoši šauru pieri, plati izvietotām nelielām acīm bāli zaļgani dzeltenajā sejā, kas klāta ar ļoti daudzām sīkām veca cilvēka kruncīņām. Nokārušies vaigi, platas nāsis un uzblīdušas, pusatvērtas lūpas, aiz kurām melno mazi, drūpoši zobi. Īss un resns kakls, kas pāriet nepareizi veidotā ķermenī ar līkām kājām. Novērojami intelekta traucējumi, kas dažkārt robežojas ar pilnīgu idiotismu, stipri traucēta maņu orgānu darbība — pilnīgi zūd

jušanas spējas, cilvēks kļūst kurlmēms. Tā izskatās slim cilvēks, ja tam trūkst tiroksīna, kas satur līdz 65% joda.

Ik dienas lietojot nelielos daudzumos joda sāļus (pieņemtais vārāmajai sāļij), iespējams pilnīgi izvairīties no kākšļa. Jau senos laikos Ķīnā kākšļa slimniekus ārstēja ar jūras sūkļu pelniem. Piemaisot mājlopiem barībā jodu saturošus ūdensaugus, govīm palielinās piena izslaukums, bet aitām ātri aug vilna. Konstatēts, arī, ka, pievienojot barībai nelielas devas joda savienojumu, vistas dēj vairāk, bet cūkas labāk nobarojas.

Patlaban zināmi divdesmit divi mākslīgi radioaktīvi joda izotopi. Praktiski vislielākā nozīme ir radioaktīvajam izotopam-131, samērā nesēn sāka lietot arī radioaktīvos izotopus-132 un 133. Joda izotopu-131 izdalīja Livinhuds un Sīborgs (1938. g.) no telūra, apstarojot to ar neitroniem un deitroniem. Pēc tam to atrada Abelsons urāna dalīšanas produktos un, beidzot, torija-232 dalīšanas produktos.

Joda izotops-131 ir β - un γ -izstarotājs ar 8 dienas ilgu pussabrukšanas periodu.

Visplašāk joda izotopu-131 izmanto medicīnā, kur to lieto vairogdziedzera funkciju noteikšanai, kā arī tā dažādu slimību (hipertireozes, ļaundabīgu jaunveidojumu u. c.) ārstēšanā. Dažu jodu saturošo vielu spēju uzkrāties audzēja audos izmanto, lai precīzi noteiktu audzēja atrašanās vietu smadzenēs.

Jodam ir tikai viens stabils izotops (^{127}J), no kura radušies visi pazīstamie šī elementa savienojumi. Dezinficējošo un uzsūkšanas spēju dēļ jodu plaši lieto medicīnā. Joda savienojumiem piemīt spēja uzsūkt strutainus un iekaisuma perēkļus. Jau sen jodu lieto sifilisa ārstēšanā.

Galvenais joda patērētājs ir farmaceitiskā, ķīmiskā rūpniecība un gaismas jutīgu fotomateriālu ražošana.

VIENA NO «CĒLAJĀM»

54. Ksenons — Xenon (Xe)

Bija nepieciešams pusotra gada un milzīga zinātnieku pacietība, lai izdalītu vēl vienu inerti gāzi, kas pastāvīgi atrodas atmosfērā. Pārstrādājuši 1898. g. gandrīz simt tonnu gaisa (77,4 milj. litrus!), angļu ķīmiķi V. Ramzejs un M. Traverss ieguva 300 cm³ jaunās gāzes. Jaunā

elementa spektrālo analīzi, kas apliecināja tā individualitāti, veica jau agrāk. Šim nolūkam bija nepieciešami tikai $0,2 \text{ cm}^3$ gāzes.

Grūti iedomāties šī elementa plašās izmantošanas iespējas, ja ievēro, ka 1 l ksenona iegūšanai jāpārstrādā miljoniem litru gaisa. Vienā kubikmetrā gaisa ir 0,08 ml ksenona. Un tomēr šīs gāzes tehniskās īpašības ir visai perspektīvas. Laboratorijas pētījumi pierādījuši, ka, salīdzinot ar citām inertajām gāzēm, elektrisko spuldžu pildīšanā neapstrīdamas priekšrocības ir ksenonam.

Ja milzīgi daudzumi gaisa būtu jāpārstrādā tikai ksenona iegūšanas dēļ, tad šīs gāzes izmantošanas iespējas varētu uzskatīt par visai problemātiskām to dārdzības pēc. Stāvokli vienkāršo tas apstāklis, ka ksenonu iegūst kā blakus produktu gaisa pārtvaicē. Jau izgatavotas gāzes izlādes spuldzes, kas pildītas ar ksenonu; tiesa, šādu spuldžu jauda pagaidām vēl nepārsniedz vienu kilovatu.

Maskavas elektrospludžu rūpnīcas kolektīvs izgatavojis unikālu apgaismošanas ierīci — ksenona gaismas ķermeņi «Sīrijs». Šai spuldzē izmanto nepārtrauktu elektrisko izlādi, kura noris kvarca stikla traukā ar dubultsieniņām; starp tām cirkulē ūdens, kas dzesē konstrukciju. «Sīrija» jauda — 300 kW. Tā apgaismo 100 ha lielu platību un ir vispēcīgākā spuldze pasaulē. Trīsfāžu ksenona spuldzes «Sīrijs» izmēģinājuma paraugs bija redzams PSRS Tautas saimniecības sasniegumu izstādē mašīnbūves paviljonā.

Savu nosaukumu ksenons dabūjis no grieķu vārda ξένος, kas nozīmē «viesis», «svešinieks».

Ksenonam piemīt brīnišķīga spēja absorbēt rentģena starus, tāpēc to būtu ļoti izdevīgi izmantot medicīnā. Tā kā ksenons nav indīgs, to var ērti ievadīt organismā iekšējo orgānu rentģenoloģiskai izmeklēšanai. Taču ksenona rezervju trūkuma dēļ to nav iespējams realizēt.

Ksenonam ir 9 stabili un 16 radioaktīvi izotopi, pēdējie iegūti mākslīgi. To mūža ilgums parasti nav liels un svārstās no sekundes līdz dažām minūtēm, stundām un dienām. Visilgāk dzīvojošam izotopam (^{127}Xe) pussabrukšanas periods ilgst 36,4 dienas. Radioaktīvo ksenonu izmanto medicīnā, lai noteiktu gāzu apmaiņu plaušās, asinsriņķošanas ātrumu, kā arī citiem pētījumiem, kuriem liela nozīme slimību diagnosticēšanā un ārstēšanā.

Pēc tradīcijas turpinot saukt ksenonu par inerto gāzi, mēs paši izrādām zināmu inertumu. Inertās — nav inertas! Jaunu revolūciju inerto ķīmijā sāka ķīmiķis Nīls Bartlets 1962. g., kurš no ksenona un platīna heksafluorīda maisījuma ieguva pirmo īsto ksenona ķīmisko savienojumu cietu, bezkrāsainu kristālu veidā, kuriem līdzīgi sāļiem acīmredzot ir jonu struktūra. Nepagāja pusotra gada un ksenona savienojumu skaits pārsniedza vairāk nekā divus desmitus...

Acīmredzot mēs esam jaunas zinātnes — nulles grupas elementu ķīmijas dzimšanas aculiecinieki. Novēlēsim tai labas sekmes!

METĀLS, KO VARĒTU IZKAUSĒT PLAUKSTĀ

55. Cēzijs — Cesium (Cs)

Par debeszilu vai gaišzilu sauc šo metālu, ko varētu izkausēt ar plaukstas siltumu (28,5°C). Pēc dzīvsudraba cēzijs ir visvieglāk kausējamais metāls dabā.

Savu nosaukumu šis metāls ieguvis divu gaišzilu svītru dēļ, kuras labi redzamas tā spektrā un pēc kurām to arī atklāja 1860. g. R. Bunzens un G. Kirhhofs Vācijā (Dirkheimas minerālūdenī).

Cēzijs atrodas retā minerālā — poluksā (polucītā), ko atrada uz Elbas salas. Šo minerālu pētīja vēl pirms spektrālās metodes atklāšanas, un toreiz vēl nepazīstamo cēziju uzskatīja par kāliju, ar kuru cēzijam ir daudz līdzības. Tā kā kālijs ir vieglāks par cēziju, tad, rezultātus aprēķinot, izrādījās, ka trūkst 7 svara procentu. Analizējot poluksu, kālija daudzumu tajā nenoteica tieši, bet aprēķināja pēc platīna savienojuma svara, jo ar platīna palīdzību kāliju parasti pārvērta nešķīdināmā stāvoklī un ar platīnu, tāpat kā kālijs, reaģēja arī cēzijs. Noslēpumainais vielas 7% iztrūkums poluksā vairākus gadus satrauca ķīmiķus. Mīklu atminēja 1860. g. pēc spektrālās analīzes metodes atklāšanas. Spektrālā analīze rādīja, ka poluksā atrodas jauns elements.

Cēzija dabā samērā maz — tikai 0,00009% no visas zemes garozas atomu skaita.

Cēzijs ir ļoti «vārīgs»; šai ziņā tas pārspēj pat rubīdu. Saskaroties ar gaisu, tas viegli uzliesmo, bet ar ūdeni, sēru, fosforu, hloru reaģē eksplodējot; strauji mijiedarbojas pat ar ledu.

Cēzija stipro aktivitāti attiecībā pret gaisu (skābekli, slāpekli) izmanto vakuuma radišanai radiolampās. Ja lampas kolbā ieliek niecīgu gabaliņu cēzija, atlikušo gaisu, ko nav iespējams izsūknēt, acumirkli absorbē cēzijs.

Televizors jau kļuvis par parastu priekšmetu daudzos dzīvokļos gan pilsētā, gan uz laukiem. Jāpiebilst, ka bez fotoelementiem, kuru darbība pamatojas uz tādu metālu kā cēzija spēju emitēt elektronus, ja uz tiem krīt gaisma (fotoelektriskais efekts), vispār nebūtu iespējami televīzijas raidījumi. Nav tālu tas laiks, kad krāsainā televīzija izskaudīs pašreizējo melnbalto televīziju. Krāsainu attēlu pārraidīšanai lieto komplicēto antimona-cēzija katodu.

Ļoti svarīgs izgudrojums pēdējos gados ir jaunu aparātu — intraskopu konstruēšana necaurspīdīgu ķermeņu caurskatīšanai. Šo izgudrojumu veica PSRS ŽA Metalurģijas institūta tehnisko zinātņu doktors P. Oščepkovs. Šāda aparāta darbība pamatojas uz to, ka neredzamos starus, piemēram, infrasarkanos starus, tiem izspiežoties caur nevienveidīgiem, necaurspīdīgiem priekšmetiem (piemēram, caur naftu un tajā iegremdētu stiepli), šīs sistēmas dažādās sastāvdaļās absorbē dažādi — vairāk absorbē stieple, mazāk nafta. Pēc tam kad staru kūlis izgājis caur nevienveidīgo sistēmu, tas krīt uz cēzija kristālu un izraisa sistēmas dažādās vietās dažādas intensitātes fotoemisiju¹.

Elektronu plūsma, ko veido no kristāla atrāvušies elektroni, nav vienādi blīva un, nonākot elektronu staru lampā, dod necaurspīdīgas sistēmas redzamu attēlu. Tā komplicēto un bistamo rentģena aparātu nomaina «visu redzošā acs», kas spēj «redzēt» cauri metāla vai koka slānim, «ieskatīties» mūsu organismā, neizraisot nekādas komplikācijas.

Cēzija fotoelektriskās īpašības ir pārākas par rubīdija īpašībām. Tās paver vilinošas perspektīvas pārvērst gaismas enerģiju tieši elektriskajā. Mazos apmēros tas jau sasniegts fotoelementos, ko plaši lieto dažādās tehnikas nozarēs. Bet zinātnieki grib sasniegt vairāk un, paverot skatienu nākotnē, cer, ka, izmantojot cēziju, varēs konstruēt varenas fotoelektriskas iekārtas, kas pārvērtīs saules gaismu neizsmeļamā elektrības straumē.

¹ Fotoemisija — elektronu plūsma, ja tiek apgaismota metālu virsma.

Losalamosas (ASV) zinātniskās pētniecības institūta līdzstrādnieki, kas pēti problēmu par kodola sabrukšanas enerģijas tiešu pārveidošanu elektriskajā enerģijā ar termoelementu palīdzību, lielu uzmanību pievēršuši cēzijam, it sevišķi gāzveidīgajam cēzijam — cēzija plazmai.

Termoelements, kas izveidots no cēzija plazmas, sastāv no neliela urāna karbīda stienīša (19 mm garumā, 6 mm diametrā), kas atrodas cēzija plazmas atmosfērā, kura ieslēgta speciālā konteinerā. Nolaižot konteineru atomreaktora centrālajā zonā, neitronu plūsma stimulē urāna sabrukšanu un siltuma izdalīšanos stienī. Gar konteineru ārējienīšiem cirkulējošais dzesēšanas šķidrums neļauj sasilt cēzija plazmai, un termoelementā urāna karbīds — cēzija plazma rodas elektriskā strāva.

Termoelements, kas kodola sabrukšanas enerģiju pārveido elektriskajā bez kādām starpstadijām un tātad arī bez atomelektrostaciju palīgiekārtām (bez katliem, turboģeneratoriem, sūkņiem utt.), paver vilinošas perspektīvas.

Gāzveida cēziju izmanto arī t. s. keramiskajās elektrospuldzēs. Šīm spuldzēm, kas sastāv no polikristāliskā silīcija dioksīda, ir papirosa lieluma caurulītes forma. Caurulīte piepildīta ar cēzija tvaikiem. Lai gan tai ir mazi izmēri, tā dod spilgtu, zilganu nokrāsu gaismu. Tā kā keramiskās cēzija spuldzītes ir izturīgas pret tvaikiem un gāzēm, tās plaši lieto ķīmiskās rūpniecības dažādās nozarēs.

Cēzija sāļus lieto medicīnā dažādu čūlu ārstēšanai.

Patlaban zināmi 13 cēzija radioaktīvie izotopi. Vienu no tiem — cēziju-137, kura pussabrukšanas periods ilgst 26,6 gadus, lieto medicīnā γ -staru terapijai. Lai gan cēzija-137 lietošana medicīnas praksē rāda, ka pēc ārstnieciskās iedarbības cēzijs-137 neatšķiras daudz no kobalta-60, tomēr cēzija avota aizsardzība nav tik masīva un parasti tā ir 1,5—2 reizes plānāka, nekā nepieciešams kobaltam-60. Cēzija iekārtas vieglais svars dod iespēju šo aparāturu ērtāk pārvietot un ekspluatēt.

Radioaktīvā cēzija otra priekšrocība ir tā, ka apstarojšā deva strauji samazinās līdz ar dziļumu. Tas dod iespēju izmantot radioaktīvo cēziju tuvai apstarošanai (4—10 cm).

Radioaktīvo cēziju plaši lieto rūpniecībā, kur cēzija izstarotājus izmanto γ -defektoskopijā, mērīšanas tehnikā utt.

ĀRSTU PALĪGS

56. Bārijs — Barium (Ba)

Rentgena iekārtu aizsargsieniņas būvē no ķieģeļiem, kas satur bārija savienojumus. Rentgena staru teicamo absorbētāju bāriju lieto galvenokārt savienojumu veidā. Tas izskaidrojams ar bārija lielo ķīmisko aktivitāti. Tīrā veidā (pirmo reizi ieguvis H. Dēvi 1808. g.) bārijs ir sidrabaini balts, spīdīgs, mīksts, ar ūdeni viegli reaģējošs metāls, kas aizdegas no siltiena gaisā.

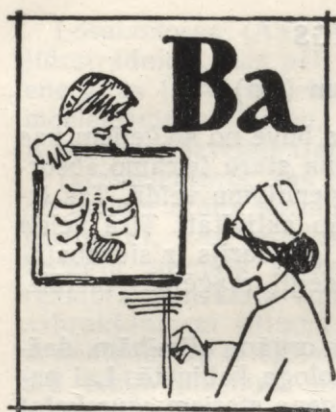
Cilvēki, kas slimo ar gremošanas orgānu slimībām, dažkārt spiesti ierasties ārsta rentgenologa kabinetā. Lai pareizi diagnosticētu slimību, ar rentgena stariem caurskatot kuņģi, slimniekam dod iedzert 50—100 g bārija «putriņas», kas pagatavota no bārija sulfāta, dažreiz maisījumā ar īsto mannas biežputru. Tā kā bārija sulfāts ir nešķīstošs, organisms to neasimilē un tāpēc tas ir nekaitīgs (starp citu, visi šķīstošie bārija sāļi ir ļoti indīgi!). Bārija sulfāts aiztur rentgena starus daudz vairāk nekā organisma mīkstie audi. Tas dod iespēju rentgenologiem noteikt anatomiskās izmaiņas kuņģa un zarnu traktā.

Ierastais vārds — «magnēts» mūsu apziņā saistās ar priekšstatu par pakavveidā izliektu metāla plāksnīti, kuras gali nokrāsoti zilā un sarkanā krāsā un apzīmēti ar burtiem «S» (*South* — dienvidi) un «N» (*North* — ziemeļi).

Un, skatoties uz mazām, tumšpelēkām ripiņām, kas ir līdzīgas optiskajās darbnīcās lietotajiem slīpēšanas diskkiem, grūti ticēt, ka tās ir magnēti, tikai nevis metāla, bet keramikas. Taču, paņemot tās rokās, var pārliecināties, ka ripiņas, ja tās mēģina tuvināt, ar lielu spēku atgrūžas viena no otras. Bet, pagriežot vienu no tām uz otru pusi, būs grūti turēt tās attālinātas. Ripiņas tuvināsies tik ilgi, līdz beidzot ar spalgu un sausu skaņu sadursies.

Patlaban apgūta šādu keramisku magnētu ražošana masveidā. Magnētu ražošanai lieto bārija un dzelzs oksīdu pulveri, ko samaisa un stiprā magnētiskā laukā zem spiedes saķepina. Saķepinot rodas bārija ferāts, kam ir magnētiskas īpašības.

Bārija sulfātu izmanto papīrrūpniecībā kā pildvielu un svāra palielinātāju. Ļoti daudz bārija sulfāta ir sevišķi vērtīgas kvalitātes papīrā, ko lieto obligāciju, naudas



zīmju un dokumentu iespiešanai. Nekaitīgo balto krāsu «litozonu» — bārija sulfāta un cinka sulfāta maisījumu plaši lieto krāsošanas darbos. Svētku dienās, rīkojot ugunošanu, bārija sāļi dažādu «ugunsratu», dzirnavu, ūdenskritumu, pūķu veidā sagādā lielu prieku ne tikai bērniem, bet arī pieaugušajiem. Liesmas zaļā krāsā nokrāso bārija nitrāts.

Bārija hlorīdu sekmīgi lieto kā indi cīņā pret cukurbiešu un citu lauku un dārzu kultūru kaitēkļiem.

Daba ir bagāta ar bāriju. No visiem zemes garozas atomiem 0,003% sastāda bārija atomi. Par izejvielu bārija savienojumu iegūšanai noder minerāli — smagais špats (bārija sulfāts, barīts) un viterīts (bārija karbonāts). Smagajam špatam ir liels blīvums ($4,48 \text{ g/cm}^3$). Šīs īpašības dēļ mineraloģijā to sauc par barītu. Vārds barīts cēlies no grieķu vārda βάρως, kas nozīmē «smagais». No šī vārda cēlies arī metāla nosaukums un tā ķīmiskais simbols.

DVIŅU ĢIMENES «CILTSTĒVS»

57. Lantāns — Lanthanum (La)¹

Starp periodiskās sistēmas ķīmiskajiem elementiem ir elementi, kuri savstarpēji ļoti līdzīgi un kurus faktiski varam saukt par diviņu ģimeni. Šie elementi veido Mendelejeva tabulas sevišķu apakšgrupu.

Dviņu īpašību ārkārtīgā līdzība, to lielais skaits, atrašanās vienas un tanīs pašos minerālos sagādāja milzīgas grūtības, šo elementu atrašana un izdalīšana prasīja no pētniekiem milzīgu piepūli, laiku un darbu.

Dviņu ģimenes vēsture, kas sākusies 18. gadsimta 80. gados pamestajā karjerā zviedru ciema Iterbijas apkaimē, liecina par asām uzskatu cīņām starp izciliem pēt-

¹ Elementi ar kārtas numuru no 57. līdz 71. Mendelejeva periodiskajā sistēmā ieņem vienu rūtiņu.

niekiem. Šīs ciņas gan sniedza brīnišķīgu patiesību atklāšanas prieku, gan arī nesa kļūdu un godīgu maldu rūgtmi.

Dviņu ģimene ķīmijā pazīstama ar nosaukumu lantanīdi. Vēl nesen tos sauca par retzemju elementiem. Pats nosaukums «retās zemes» liecina, ka to pētīšanas vēsture sākusies jau sen, jo par zemēm, kā zināms, vēl viduslaiku alķīmiķi sauca vielas, kas ar dažām īpašībām cita no citas atšķirās, bet kam vienlaikus piemita daudz kopīgu īpašību. Viena no svarīgākajām šādām īpašībām bija tā, ka zemes nekusa un nemainīja savu ārieni, tās karsējot, kā arī «nevirda», reaģējot ar skābēm, un tikpat kā nemaz nešķīda ūdenī.

Pirmo dviņu oksīdi, ko atklāja 18. gs. beigās un 19. gs. sākumā, apmierinot viduslaiku jēdzienu par zemēm, tomēr atšķirās no visām toreiz pazīstamajām zemēm ar to, ka minerāli, kuros tās pirmoreiz atrada, paši par sevi bija ļoti reti. Tāpēc, atšķirībā vispār no zemēm, jaunatklātās nosauca par retajām. Retās zemes bija grūti izdalīt, un tāpēc ļoti sarežģīti bija iegūt tajās ietilpstošos elementus tīrā veidā. Tāpēc pamatoti tos nosauca par reto zemju jeb retzemju elementiem.

Par to, cik grūti bija atdalīt retās zemes un vēl jo vairāk no tām izdalīt tiros elementus, stāsta to pētīšanas simt divdesmit gadus ilgā vēsture, kura bagāta ar daudziem, lielākoties maldīgiem atklājumiem. Lai parādītu, cik daudz bija šo godīgo kļūdu, kas dažiem pētniekiem prasīja vairākus gadus rūpīgu, neatlaidīgu meklējumu, minēsim alfabētiskā kārtībā «elementus», par kādiem parasti uzskatīja reto zemju maisījumus: austrijs, bercēlijs, damarijs, demonijs, decīpijs, eiksēnijs, filipijs, glaukodims, inkognītijs, jonijs, karolīnijs, kosmijs, lucijs, metacērijs, mosandrijs, neokosmijs, rusijs, viktorijs.

Pilnīgi loģiski ir pēc šiem maldīgajiem nosaukumiem sniegt arī lielās ģimenes dviņu īstos nosaukumus. Pēc pirmā to pārstāvja — lantāna tos nosauca par lantanīdiem, t. i., par lantānam līdzīgiem (no grieķu vārda εἶδος «veids»). Lūk, to nosaukumi alfabētiskā kārtībā: cērijs, disprozijs, eiropijs, gadolinijs, holmijs, iterbijs, lutēcijs, neodims, prazeodims, prometijs, samārijs, terbijs, tūlijs.

Ilgu laiku lantanīdus uzskatīja par bezperspektīviem elementiem, un pat vēl samērā nesen, pirms kādiem 20—25 gadiem, visa lantanīdu grupa bija aizmirsta «ķīmijas nozare». Bet mūsdienu zinātnes sasniegumi un pirmām

kārtām sasniegumi kodolfizikā pārvērš šo «aizmirsto ķīmijas nozari» par vienu no visinteresantākajām un daudzsološākajām zinātnes nozarēm, kurai pievērsta ne tikai zinātnieku teorētiku, bet arī inženieru praktiķu uzmanība. Dziļāk izpētot diviņu ģimeni, izrādījās, ka tiem ir ārkārtīgi interesantas īpašības, kas dod iespēju tos izmantot visdažādākajās tehnikas un zinātnes nozarēs. Tāpēc arī avīze «Pravda» 1957. g. augustā norādīja, ka padomju ekonomikas apstākļos jautājums par lantanīdu praktisko apgušanu iegūst valstisku nozīmi.

Jāpiebilst, ka, vairāk nekā simt piecdesmit gadus pētījot lantanīdu elementus, zinātnieku secinājumi bija diametrāli pretēji tam nosaukumam, kāds šiem elementiem bija šo simt piecdesmit gadu laikā. Izrādījās, ka daudzi retzemju elementi izplatīti zemes garozā vairāk nekā daži citi elementi, kas jau sen pazīstami, bet kurus neviens nekad nav uzskatījis par retiem.

Izrādījās, ka ir diezgan daudz minerālu, kuri satur retās zemes. Patlaban to skaits sasniedzis sešus desmitus. Ja pieskaita tos minerālus, kuros retzemju elementi ietilpst kā pastāvīgi piemaisījumi, tad minerālu, kas satur dažādus lantanīdus, patlaban ir ap 250. Pilnīgi negaidot atklāja retzemju elementus tādos minerālos, kur tos nekad nemeklēja. Par tādu minerālu, piemēram, izrādījās dabā samērā plaši izplatītais apatīts, kas satur līdz ... 3% retzemju elementu.

Sakarā ar pieaugušo interesi par retzemju elementiem, ik gadus zinātniskajos žurnālos parādās ziņas par retzemju elementu piemaisījumiem jau sen pazīstamajos minerālos vai par retzemju elementu atrašanu arvien jaunos minerālos. Izrādījās, ka retzemju elementu zemes garozā ir 10 reizes vairāk par svinu, 300 reizes vairāk par antimonu, 1500 reizes vairāk par sudrabu, 2500 reizes vairāk par dzīvsudrabu un, beidzot, 30 000 reizes vairāk par zeltu!

Interese par retajām zemēm sevišķi palielinājās drīz pēc tam, kad sāka darboties pirmie atomreaktori, kuros kā blakus produkti rodas retzemju elementu radioaktīvie izotopi. Tomēr jāuzsver, ka retzemju elementi vēl ļoti maz izpētīti. Ne sevišķi daudz par tiem zināms vispār, bet daži atsevišķi pazīstami pavisam maz.

Tagad parunāsim par to, kas jau pietiekami labi zināms par retzemju elementiem — par šo elementu līdzību, par

to līdzību cits citam un par visiem kopīgo līdzību. Kāpēc retzemju elementu rinda nosaukta tēlaini par dvīņu ģimeni? Uz šo jautājumu atbildi dod retzemju elementu atomu struktūra.

Kā zināms, elementu ķīmiskās īpašības nosaka to elektronu ārējo čaulu struktūra. Izpētot tabulas septītās rindas piektā perioda elementus, piemēram, elementu no «dzīvokļa», kas atrodas virs lantāna «dzīvesvietas», nav grūti konstatēt, ka, sākot ar indiju, visiem elementiem elektroni beidz aizpildīt ārējo, piekto čaulu. Tāpēc, šajā čaulā palielinoties elektronu skaitam, mainās arī elementu īpašības. Un patiesi, indijs manāmi atšķiras no alvas, alva no antimona, antimons no telūra utt. Sestajam periodam sākumā ir tāda pati likumsakarība: cēzijam, tāpat kā aiz tā sekojošajam bārijam, nākošie elektroni iekļaujas ārējā — sestajā čaulā. Taču, sākot ar lantānu, šī likumsakarība izbeidzas, un jaunais elektrons nepabeidz vis sestās, bet gan piektās čaulas aizpildīšanu. Sākot ar retzemju elementu, kas seko aiz lantāna, nākošie elektroni pabeidz aizpildīt ceturto (skaitot no kodola) vai trešo (skaitot no ārpuses) čaulu. Elementam ar numuru 71 ceturtais čaulas aizpildīšana tiek pabeigta, un ar šo elementu beidzas dvīņu lielā ģimene. Tādējādi visā retzemju elementu rindā, sākot no 57. līdz 71., tiek aizpildīta ceturta (skaitot no kodola) elektronu kārtā. Bet tas sestā perioda elementu ķīmiskās īpašības neietekmē! Ārējā čaula, bet dažiem elementiem (lantānam, gadolīnijam, terbijam, lutēcijam) arī aiz tās sekojošā, ir pilnīgi līdzīga. Sai ārējo čaulu līdzībā slēpjas visu šīs rindas elementu brīnumainās līdzības noslēpums.

Ar trešās (no ārpuses skaitot) elektronu čaulas «aizpildīšanas» pabeigšanu lantanīdiem saistās vēl viena interesanta parādība, kas zinātnē pazīstama kā lantanīdu saspiešanās.

Lai cik mazi ir atomu izmēri, tomēr katra ķīmiskā elementa atomam ir savs noteikts rādiuss, ko aptuveni varam iedomāties kā attālumu starp kodola centru un pēdējo ārējo elektrona čaulu.

Acīmredzot, izmainoties elektronu čaulu skaitam (bet tas notiek, pārejot no viena elementu tabulas perioda uz otru), izmainīsies arī atoma rādiuss; jo lielāks ir elementa atomsvars, jo vairāk elektronu čaulu un jo lielāks tātad tā atoma rādiuss. Bet atoma rādiuss nav vienāds arī tiem

elementiem, kuri atrodas periodiskās tabulas vienā un tai pašā rindā. Tas izskaidrojams ar to, ka katram nākošajam elementam ir arvien lielāks kodola lādiņš. Bet ar to palielinās pievilksnās spēki starp kodolu un ārējiem elektroniem. Elektronu čaulas it kā saspiež tos, tuvina kodolam. Tātad, palielinoties kodola lādiņam, atomu rādiuss samazinās. Un rindā, kur atrodas lantāns, atoma rādiusa lielums izmainās virzienā no cēzija uz bāriju un no bārija uz lantānu šādā secībā: 2,68; 2,21; 1,87¹. Taču tālāka atomu rādiusu samazināšanās diviņu ģimenē tikpat kā vairs nenotiek; lai gan, sākot ar lantānu līdz ģimenes pēdējam dvīnim — lutēcijam, kodola lādiņš palielinās par 14 vienībām, tomēr atomu rādiusu lielums samazinās tikai par 0,14 Å, bet tai pašā laikā starp cēziju un lantānu, lādiņam palielinoties par trim vienībām, rādiuss samazinās jau par 0,8 Å.

Zinātnieki to izskaidro ar lantanīdu atomu savdabīgās uzņēmības pabeigšanu. Elektroni, kuri pabeidz «būvēt» lantanīdu atomu ceturto elektronu čaulu, rada savdabīgu aizsargekrānu, kas it kā aizsargā ārējos elektronus no pieaugošajiem kodola pievilksnās spēkiem. Šādas ekranēšanas rezultātā lantanīdu atomu rādiusi praktiski ir vienlīdzīgi. Arī ar to izskaidrojama retzemju elementu ārkārtējā līdzība un atdalīšanas grūtības.

Tagad dažus vārdus par šīs ģimenes «ciltstēvu» — lantānu.

No zinātkārajiem ķīmiķiem šis elements ļoti ilgu laiku slēpās, tāpēc to arī nosauca par lantānu («λανθάνειν «slēpties»). To 1839. g. atklāja zviedru ķīmiķis K. Mosanders (1797.—1858.). Lantāna atklāšanas vēsture raksturīga retzemju elementiem, kad «jauno» atrada «vecajā» — tajos savienojumos, kurus desmitiem gadu uzskatīja par individuāli tirām vielām.

1803. g. zviedru ķīmiķi J. Bercēliuss, V. Hizingers un gandrīz tai pašā laikā un pilnīgi neatkarīgi vācu ķīmiķis M. Klaprots no tā paša minerāla izdalīja jaunu zemi, ko nosauca par cērija zemi.

1826. g. Bercēliusa jaunais un spējīgais skolnieks K. Mosanders, pamatojoties uz analītiskajām atšķirībām, strādājot ar cērija zemi, izteica šaubas par šīs zemes vienvei-

¹ Rādiusu lielumi doti ongstrēmos (Å). Viens ongstrēms vienlīdzīgs centimetra simtmiljonai daļai (10⁻⁸).

dību. Vairāku iemeslu dēļ viņš nepabeidza mēģinājumus ar cērija zemi, un viņa šaubas palika neatrisinātas līdz 1838. gadam, kad Mosanders atsāka savus pētījumus ar cērija oksīdu. Sai pašā laikā toreiz vēl nepazīstamais students A. Erdmanis, analizējot Norvēģijā atrastu minerālu, izdalīja no tā cērija zemi un konstatēja tajā vēl vienu nepazīstamu oksīdu. Par godu Mosanderam, kas pētīja cērija zemi, devis jaunajam minerālam vārdu mosandrits, Erdmanis ziņoja par saviem pētījumiem Bercēliusam.

Uzklusījis Bercēliusa ziņojumu un izpētījis gabalu mosandrita un no tā izdalīto cērija zemi, Mosanders savukārt ziņo Bercēliusam, ka cērija zeme, ko 36 gadus uzskatīja par individuālu vielu, faktiski sastāv no divu retzemju maisījuma. Viena no tām ir jau pazīstamā cērija zeme, bet otra — jauna, nevienam (izņemot Erdmani) nepazīstama.

Lai pasvītrotu savu kļūdīšanos un jaunās zemes ķīmisko īpašību lielo līdzību ar cērija zemes ķīmiskajām īpašībām, kuru dēļ jaunais oksīds vairāk nekā trešdaļu gadsimta varēja palikt ķīmiķu skatieniem slēpts, Bercēliuss ieteica nosaukt jauno elementu par lantāna oksīdu.

Vairāk nekā simt gadu lantāns bija ne tikai rūpniecībai, bet arī ķīmiskai laboratorijai grūti pieejams elements.

Tirā veidā lantānu (un tā savienojumus) ieguva tikai pēc tam, kad laboratoriju un rūpniecisko uzņēmumu praksē ieviesās tā saucamā hromatogrāfiskā analīze, ko 1903. g. izstrādāja krievu zinātnieks M. Cvets.

Patlaban zināmi hromatogrāfiskās analīzes daži paveidi. Retzemju elementu sadalīšanā sevišķi efektīva izrādījās jonu apmaiņas hromatogrāfija.

Jonu apmaiņas sveķi parasti ir komplicētas polimeru organiskās vielas, kas spējīgas uz savām virsmām aizturēt izšķīdināto vielu jonus. Retzemju elementu sadalīšanai to sāļu šķīdumu izlaiž caur speciālu cauruli (hromatogrāfisko kolonu), kas pildīta ar sīkgraudainu attiecīgu sveķu pulveri. Sveķu graudiņi, apmainīdami savus katjonus pret retzemju elementu katjoniem, aiztur tos hromatogrāfiskās kolonas augšējā daļā. Apstrādājot šos sveķus ar speciāliem šķīdumiem (ar citronskābi vai pienskābi), kuri ar retzemju katjoniem veido kompleksus savienojumus, retzemju katjoni uzskalojas kolonas apakšējā daļā. Taču, jo nestabilāks ir lantanīda kompleksais savienojums, jo lēnāk tas pārvietojas pa kolonu uz leju. Un ot-

rādi, stabili savienojumi pārvietojas ātrāk un ieņem kolonā vismazākos līmeņus. Tādējādi izskalošanas gaitā lantanīdu atsevišķu elementu katjoni izvietojas kolonas atsevišķās vietās, atdalās cits no cita.

Pēc tam kad bija izdalīti lantāna tirie sāļi, paša lantāna iegūšana vairs nesagādāja nekādas grūtības. Tā, piemēram, ar lantāna hlorīda elektrolīzi ieguva metālisko lantānu, kas pēc savām ķīmiskajām īpašībām atgādina metālu kalciju. Pēc cietības lantāns līdzīgs alvai (blīvums $6,15 \text{ g/cm}^3$); kā daudzi aktīvi metāli tas sadala ūdeni, labi reaģē ar skābēm, bet sildot enerģiski reaģē ar hloru, sēru un citiem metalloīdiem, t. i., izrāda tipiska metāla īpašības.

Lantāns ir «pašaizsargājošs» metāls: sausā gaisā tas pārklājas ar plānu oksīda kārtiņu, kas to pasargā no tālākas oksidēšanās. Bet šāda aizsardzība notiek tikai sausā gaisā, mitrums ar šo plēvīti savienojas un veido stipru bāzi.

Vēl nesen lantānu ieguva no maisījuma ar cēriju, t. i., ar lantanīdu grupas elementu, kas seko pēc lantāna. Sai maisījumā metāli atradās attiecībā, piemēram, 1:1. Kausējot lantāna un cērija maisījumu, ieguva sakausējumu, kam piemīt piroforas īpašības: sitot pa šo sakausējumu ar tēraudu, izšķīļas dzirksteles.

Mākslīgo kramu plaši sāka izmantot kabatas šķiltavu izgatavošanai. Protams, dzelzs-cērija-lantāna «kramam» nav nekā kopēja ar dabisko krama akmeni — silīcija savienojumu. Šo lantāna-cērija īpašību sāka izmantot ne tikai nekaitīgajās šķiltavās, bet arī artilērijas šāviņos. Ja lādiņam uzliek lantāna-cērija uzgali, var novērot lādiņa lidojumu. Jauktais metāls, lidojot gaisā, dzirksteļo. Pie tam šķiltavu ritenīša lomu izpilda pats gaiss, kas beržas gar metālu. Šādus lādiņus sauc par trasējošiem; tumsā tie atzīmē trasi (treku), pa kuru lido lādiņš.

Lantāna savienojumus lieto, izgatavojot stiklus fotoaparātu sevišķi augstas kvalitātes objektīviem un speciālām aizsargbrillēm, glazūru izgatavošanai un auduma svara palielināšanai. Sakausējumā ar magniju lantānu lieto aviācijas dzinēju detaļu izgatavošanai.

Lantānam, kā arī daudziem citiem lantanīdiem, bez šaubām, ir milzīga nākotne.

Būdam ķīmiski visai aktīvs, lantāns ir teicams dezoksidētājs, desulfurators un šai ziņā gandrīz nav sliktāks par sārnu metāliem. Lantāna un lantanīdu ieviešanas

teicamais efekts dod zinātniekiem pilnīgas tiesības uzskatīt retzemju metālu lietošanu par vienu no izcilākajiem sasniegumiem tēraudliešanā pēdējo piecdesmit gadu laikā.

Neliels daudzums lantāna un cērija maisījuma, kas ievadīts grūti velmējamos hromņiķeļa tēraudos, tiešām pasakaini iedarbojas uz metāla īpašībām: krasī uzlabojas tēraudu plastiskums, velmēšana un apstrādāšana kļūst desmitiem reižu vieglāka, metāla zudumi pilnīgi izbeidzas.

Plašas perspektīvas paveras, lantāna un tā maisījumus ar citiem lantanīdiem ieviešot metalotermijas praksē sevišķi tīru, grūti kūstošu metālu iegūšanai. Šai nozarē lantāns, kā arī tā maisījumi ar cēriju ir daudz efektīvāki nekā alumīnijs un pat magnijs. Par to pārliecināties, ja salīdzinām alumīnija, magnija un jauktā metāla sadegšanas siltumu — 64,3; 71,9 un 79 kkal/g ekv.

Lantāna un citu lantanīdu sakausējumi ar viegliem metāliem un pirmām kārtām ar alumīniju un magniju ir ļoti perspektīvi. Lantāna un t. s. jauktā metāla (Mischmetall) piedeva alumīnija un magnija sakausējumiem ievērojami uzlabo to mehāniskās un ķīmiskās īpašības.

Lantānu izmanto arī atomtehnikā, kur ar izkausēto lantānu no šķidrā urāna ekstrahē plutoniju.

Lantāna dabā ir vairāk nekā svina. Tomēr dabā nav sastopami lieli daudzumi tikai lantānu vien saturošu minerālu. To var iegūt, ražojot superfosfātu no apatītiem, kuru rezerves mūsu zemē praktiski ir neizsmeļamas.

ASTRONOMIJAS PANĀKUMIEM PAR GODU

58. Cērijs — Cerium (Ce)

1772. g. Bonnā iznāca Daniela Tacija grāmata «Dabas vērošana». Šai grāmatā Tacijs pievērsa astronomu uzmanību tam apstāklim, ka, lai gan planētu atstatumi no Saules palielinās pareizi, tomēr šai pareizībā ir robs, kas konstatējams starp Marsu un Jupiteru.

Tacija izteiktā doma bija pamatota. Vācu astronoms Cahs tā aizrāvās ar domu atrast starp Marsu un Jupiteru nepazīstamo planētu, ka pēc 15 gadu veltīgām pūlēm nolēma šai darbā ieinteresēt veselu grupu astronomu. Šim nolūkam 1800. g. septembrī Lilientālē piecu vācu astronomu sapulcē nepazīstamā Saules pavalstnieka atrašanai

debesis sadalīja iecirkņos, no kuriem viens tika itāliešu astronomam Dž. Piaci no Palermo pilsētas.

Debess policijas nodaļa, kā toreiz jokojot sauca Čaha nodibināto astronomu grupu, vēl lāgā nebija izvērsusi darbu, kad Piaci ziņoja par nepazīstamā Saules pavalstnieka atrašanu. Jauno planētu Piaci atklāja 19. gs. pirmajā naktī!

Bet Piaci neveicās: viņš drīz saslima, un jaunā planēta, ko varēja saredzēt kā septītā lieluma zvaigzni, bija pazaudēta. Zudušo planētu palīdzēja atrast divdesmit piecus gadus vecais matemātiķis K. Gauss, kas vēlāk kļuva par pasaules slavenību. Ar savu tikko izstrādāto planētu orbītu aprēķināšanas metodi Gauss aprēķināja pazudušās planētas orbītas elementus un norādīja, kur to debesis vajadzētu meklēt.

Un notika savāda sagādīšanās: tieši gadu pēc tam, t. i., jaunā, 1802. g. pirmajā naktī, astronoms Čahs Gausa norādītajā vietā otrreiz debesīs atrada pazudušo planētu. Nākošajā naktī to atklāja ārsts pēc izglītības un astronomijas amatieris pēc aicinājuma — Olberss no Brēmenes.

Gribēdams izrādīt pienācīgu godu salai, uz kuras tas strādāja, un saglabāt veco tradīciju planētas nosaukt romiešu dievu vārdā, Piaci atrasto planētu nosauca par godu dievītei Cerērai, Sicīlijas aizbildnei senās Romas laikos.

Cerēra bija pēc skaita astotā atklātā Saules sistēmas planēta. Tā izrādījās par vislielāko no daudzajām mazajām planētām, kuras pēc tam atklāja intervālā starp Marsu un Jupiteru. Cerēras diametrs ir 770 km. Pēc apjoma Cerēra ir tik daudz reižu mazāka par Mēnesi, cik reižu Mēness mazāks par Zemi.

Par godu astronomijas panākumiem, kuri vainagojās ar Cerēras atklāšanu, par cēriju nosauca arī jauno metālu, ko 1803. gadā atklāja kā oksīdu. Cērija oksīda vai cērija zemes (kā toreiz mēdza saukt retzemuju elementu oksīdus) atklāšanas vēsture ir visai interesanta.

Šī vēsture sākās ar 1751. g. Niķeļa pirmatklājēju, pirmās «Mineraloģijas sistēmas» autors, pazīstamais zviedru ķīmiķis A. Kronsčets, Bastnasa (Zviedrija) raktuvēs atrada jaunu minerālu. Minerāls izcēlās ar savu lielo svaru, un tas arī noteica minerāla nosaukumu, jo Kronsčets minerālu nosauca par tungstenu — smago akmeni.

Pēc 50 gadiem pazīstamais zviedru ķīmiķis J. Bercēliuss kopā ar savu skolotāju V. Hizingeru, lai uzzinātu, vai

tungstens nesatur itrija zemi, izdarīja minerāla analīzi. Bet Bercēliuss un Hizingers neatrada vis itrija zemi, kuras šķīdinājumam skābē ir saldēna piegarša, bet gan jaunu zemi, kas ļoti līdzīga itrijam. Metālu, kas ietilpa šīs zemes sastāvā, nosauca par cēriju, bet minerālu tungstenu pārdēvēja par cerītu.

Gandrīz vienā laikā un neatkarīgi no Bercēliusa un Hizingera tai pašā minerālā cerīta zemi atrada vācu ķīmiķis M. Klaprots. Vēlāk šo atklājumu apstiprināja arī franču ķīmiķis A. Voklēns, kas konstatēja, ka cērijs tiešām ietilpst cerīta zemes sastāvā.

Taču tas, ko minētie pētnieki uzskatīja par tīru cerīta zemi, izrādījās par cērija oksīda maisījumu ar lantāna oksīdu. Tīrā veidā cērija oksīdu ieguva tikai pēc 36 gadiem, bet metālisko cēriju — 1875. g. Hilebrants un Nortons pēc cērija hlora savienojuma elektrolīzes.

Pirmo ierosinājumu izmantot cēriju praksē deva K. Auera fon Velsbaha atklājums, sākot izmantot cēriju gāzes kvēlgaismā. Auers konstatēja, ka ar torija oksīdu, kuram piemaisīts cērija dioksīds, piesūcināts audums, ieliekot to degošas gāzes nespīdošā liesmā, sāka spilgti spīdēt, turpretī tīrs torija oksīds spīdēja vāji. Tā cērija dioksīdu sāka praktiski lietot gāzes kvēltīkliņu izgatavošanā, un tas uz zināmu laiku nodrošināja apgaismošanas gāzes rūpniecības uzplaukumu, kura, nespēdama vairs izturēt elektrības konkurenci, sāka nīkuļot.

Šos tīkliņus, kuriem bija kupoliņa forma un kurus uzlika uz gāzes liesmas, nosauca par Auera zeķītēm. Tie ilgu laiku bija spilgtā apgaismojuma avots lielo pilsētu stacijās, izstāžu zālēs un teātru vestibilos.

1884. g. jūnijā Auers izņēma patentu par gāzes kvēlgaismas kupoliņa izgudrošanu, līdz ar to pavērdams retzemju elementiem plašas perspektīvas praksē. Sāka meklēt izejvielu rūpnieciskas atradnes, kas satur toriju un cēriju un tātad arī citas retas zemes. Meklējumi beidzās ar panākumiem. 1886. g. Brazīlijā un vēlāk arī Indijā atklāja monacīta smilšu visvērtīgākās atradnes.

Par monacīta smiltīm sauc smiltis, kas bez smalki samalcināta kvarca un laukšpata minerāliem satur arī monacīta graudus. Monacīts ir minerāls, kas sastāv no cērija-lantāna fosfāta, kā arī no dažādiem citu elementu, galvenokārt itrija un torija, fosfātiem.

Modernā tehnika, kurai nepieciešamas augstas temperatūras, galvu reibinoši ātrumi un liela izturība pret kodola starojuma iedarbību, pievērša uzmanību arī dvīņu ģimenei. Cēriju un tā savienojumus un sakausējumus ar dzelzi, lantanu un citiem dvīņiem drīz vien sāka lietot metalurģijā, atomtehnikā un keramikā.

Cērija ķīmiskā aktivitāte augstās temperatūrās un tā spēja stabili savienoties ar skābekli, slāpekli un sēru ļāva izmantot cēriju un tā savienojumus metalurģijā kā dezoksidētājus, desulfuratorus un degazatorus.

Kā zināms, čuguna un dažādu tērauda šķirņu kvalitāte stipri atkarīga no skābekļa, sēra, slāpekļa un fosfora piemaisījuma. Šie elementi negatīvi ietekmē metāla kvalitāti, palielinādami tā lūstamību, trauslumu un pazeminādami metāla karstumizturību un nodilumizturību. Tāpēc kļūst saprotama degazatoru, desulfuratoru un dezoksidētāju loma. Cērijs un tā sakausējumi ar lantanu vai dzelzi izpilda šo lomu teicami, ne sliktāk par alumīniju un aktīvākajiem sārnu metāliem.

Pievienojot cēriju alumīnijam (ap 0,2%), uzlabojas alumīnija elektrības vadītspēja un mehāniskās īpašības. Alumīnija un cērija sakausējumus lieto lidmašīnu detaļu un iekšdedzes dzinēju cilindru bloku un to galvu izgatavošanai. Magnija sakausējumus ar cēriju un citiem retzemju ģimenes dvīņiem izmanto ultraskaņas lidmašīnu, raķešu un mākslīgo Zemes pavadoņu apvalkiem. Pievienojot cēriju volframam, tiek atvieglināta stieples ražošana no tā. Pievienojot cēriju čugunam, ievērojamā mērā pieaug tā izturība. Varam runāt par jaunu materiālu — cērija čugunu. No cērija čuguna var izgatavot kloķvārpstas, statņus, velmēšanas stāvu reduktoru korpusus un vākus, gāzes un tvaika turbīnu detaļas. Cērija čuguna lietošana dod lielu ekonomisku efektu. Piemēram, kalts tērauda vārpstas izgatavošanai nepieciešams... 12 tonnu smags lējums. No šī lējuma uz spēcīgas preses izgatavo 6 tonnas smagu kalumu, no kura pēc tam nogriež... četras tonnas metālskaidu! Atlejojot kloķvārpstu no cērija čuguna, metāla izlieto divreiz mazāk.

Izmantojot cēriju, izdevās iegūt augstvērtīgas tērauda šķirnes. Tāds, piemēram, ir tērauds, ko lieto ķirurģisku instrumentu izgatavošanai. Šī tērauda sastāvā ietilpst 6% lantanīdu, galvenokārt lantāns un cērijs.

Dzelzs sakausējumiem ar mangānu un cēriju ir ārkārtīgi mazs izplešanās koeficients; tos lieto virzuļdzinēju detaļu izgatavošanai.

Retzemju elementus plaši sāka izmantot arī atomtehnikā. Visai perspektīvs šai nozarē ir viens no cērija radioaktīvajiem izotopiem, cērijs-144 ar 285 dienas ilgu pussabrukšanas periodu. Šis cērija izotops ir sevišķi nepieciešams portatīvu atomģeneratoru izgatavošanai. Salīdzinot ar poloniju-210, ko šāda veida ģeneratoros izmanto par enerģijas avotu, cērija izotops ir daudz lētāks, drošāks ekspluatācijā, ar augstu lietderības koeficientu, bez tam tas darbojas ilgāk (1 gadu un vairāk). Plutonijs labi spēj izšķīdināties izkausētā cērijā. Tas dod iespēju cēriju (tāpat kā lantānu) sekmīgi izmantot plutonija ekstrakcijai no šķidrā urāna.

Cēriju lieto arī stikla ražošanā. Šāds stikls nekļūst tumšs radioaktīvā starojuma iedarbībā. Retzemju elementu oksīdus un daļēji arī cēriju un dažus citus tā savienojumus plaši sāka izmantot, ražojot stiklu diviem pilnīgi pretējiem mērķiem. Cērija dioksīds ir nepārspējams līdzeklis stikla atkrāsošanai. Šī cērija dioksīda īpašība izskaidrojama ar tā teicamajām oksidētāja īpašībām. Cērija dioksīds viegli pārvērš divvērtīgo dzelzs oksīdu, ko parasti satur stikls un no kā tas iegūst netīru, neglītu zaļu vai zili zaļu nokrāsu, trīsvērtīgajā dzelzs oksīdā. Šis reakcijas rezultātā notiek stikla efektīva atkrāsošana. Bet cērija oksīdus izmanto arī stikla krāsošanai. Mūsu zemē pazīstamās Gusevas rūpnīcas speciālisti (Gusjhrustalņijas pilsētā) veica sekmīgus pētījumus kristāla nokrāsošanai ar cērija savienojumiem maigi dzirkstošā — spilgti dzeltenā krāsā.

Tāpat kā alumīnijs, arī cērijs gaisā pārklājas ar plānu oksīda plēvīti, kas zināmā mērā pasargā metālu no turpmākas oksidēšanās. Šo plēvīti var izšķīdināt vāja skābe. Turpretī karsēts cērija dioksīds pilnīgi nešķīst skābēs, tam piemīt ļoti liela cietība, un tas ir teicams materiāls optisku stiklu slīpēšanai.

Polirīts ir pulveris stikla pulēšanai. Gandrīz puse polirīta sastāv no cērija dioksīda. Otru pusi sastāda lantāna, neodīma un prazeodīma oksīds. Lietojot polirītu, slīpēšanas mašīnu darba ražīgums pēdējos piecos gados palielinājies divkārt.

Cērija savienojumus lieto fotogrāfijā, kā katalizatorus naftas pārstrādāšanā, plastmasu, mākslīgo šķiedru ražošanā, audumu kodināšanā, ādu mīcēšanā utt.

Sevišķi labu katalītisku efektu dod cērija dioksīds reakcijās starp oglekļa oksīdu un ūdeņradi, kuras dod ļoti svarīgus savienojumus rūpniecībai. Cērija dioksīdu plaši lieto arī spirtu dehidrogenizācijas katalizē. Cērija sulfāts izrādījās par brīnišķīgu katalizatoru sērskābes anhidrīda oksidēšanai par sērskābes anhidrīdu.

Cērija savienojumus izmanto arī radiotehnikā un elektronikā. Tā, piemēram, daži cērija halogenu savienojumi ietilpst lokalampu elektrodu, prožektoru un elektronspuldžu sastāvā. Pievienojot cēriju, kā arī tā sakausējumus ar lantānu un citiem retzemju ģimenes diviņiem nihromam, no kā gatavo stieples dažādiem elektriskajiem sildaparātiem, starp citu, arī ikdienā lietojamiem sildaparātiem, daudzkārt palielinās šo aparātu ekspluatācijas laiks.

Ja pirms desmit gadiem par cēriju runāja kā par šķiltavu metālu, tad tagad tas ir reaktīvo dzinēju, aviācijas sakausējumu un pat zobu protēžu metāls. Dažus cērija savienojumus lieto pret jūras slimību, citi izrādījušies par efektīvu līdzekli stipras vemšanas lēkmes apturēšanai. Starp citu, dažus vārdus par zobu protēzēm. Pēdējā laikā zobu protēzes izgatavo no speciāla nerūsējoša tērauda. To iegūst, pievienojot cēriju hromniķeļa tēraudam, kas, kā zināms, apstrādājams visai grūti. Bet, pievienojot šim tēraudam cēriju, tērauds iegūst brīnišķīgas īpašības: protēzista rokās šis tērauds, pirms iegūst nepieciešamo formu, ir mīksts... kā varš, bet, kad vajadzīgā forma sasniegta, tas pēc attiecīgas termiskas apstrādes kļūst ārkārtīgi ciets.

Kāds tad ir šis elements, kas nosaukts pēc vienas no vislielākajām planētām Saules sistēmas vismazāko planētu — asteroīdu kuplajā pulkā?

Cērijs ir gaišpelēks metāls, kura blīvums ir $6,8 \text{ g/cm}^3$. Tas tikai mazliet cietāks par svinu, un tikpat viegli kā svinu to var griezt ar nazi. Cērijs ir labi caļams un ir ļoti paramagnētisks elements. Metāliskais cērijs pastāv vairākās alotropiskās formās. Ir zināmi daudzi cērija radioaktīvie izotopi ar masas skaitļiem no 131 līdz 146. Pussabrukšanas periodi to lielākajai daļai svārstās no desmitiem minūšu līdz dažiem mēnešiem. Bet dabiskā radioaktīvā izotopa cērija-142 pussabrukšanas periods ir $5 \cdot 10^{15}$ gadu! Dabiskais maisījums satur 11% šī cērija izotopa.

Viena tonna zemes garozas, pēc ģeokīmiku datiem, satur no 10 līdz 100 g cērija. Tas nozīmē, ka zemē cērija ir vairāk nekā tādu pazīstamu metālu kā alvas, volframa, kadmija, dzīvsudraba un urāna. Šāda cērija izplatība un tā izmantošanas perspektivitāte dod pilnīgas tiesības uzskatīt cēriju par nākotnes metālu.

ZAĻAIS DVINIS

59. Prazeodims — Praseodymium (Pr)

1839. g. lantāna pirmatklājējs zviedru ķīmiķis K. Mosanders pievērsa uzmanību tam, ka vienu un to pašu lantāna savienojumu frakcijas, kas iegūtas pēc dažādām metodēm, nav visai vienādas. Pēc divus gadus ilgiem rūpīgiem pētījumiem Mosanders deva atbildi uz šo jautājumu, izdalot no lantāna zemes jaunu elementu, ko viņš nosauca par didimu, jo tas bija ārkārtīgi līdzīgs izejvielai. Jaunā elementa nosaukumu Mosanders atvasināja no grieķu vārda δίδυμοι, kas nozīmē «dvīņi». Ķīmisko elementu, kas ietilpa jaunajā zemē, sāka saukt par didimu.

Pēc 12 gadiem pazīstamais Šveices ķīmiķis Ž. Galisārs de Mariņjaks, pētījot didima oksīdu, arī konstatēja, ka tā paraugi, kas iegūti pēc dažādām metodēm, atšķiras cits no cita. Šie fakti pamudināja Mariņjaku secināt, ka Mosandera iegūtā didima zeme savukārt nav individuāla viela.

1860. g. vācu ķīmiķis R. Bunzens un fiziķis G. Kirhhofs publicēja darbu «Ķīmiskā analīze ar spektra novērošanas palīdzību». Ar šo darbu sākās spektrālās analīzes attīstība, kura, kā zināms, palīdzēja atrast jaunus ķīmiskus elementus. Šai ārkārtīgi jutīgajai metodei, kas deva iespēju atklāt vielas daudzumos līdz pat 10^{-10} g, ir ļoti svarīga nozīme zinātnē vispār un analītiskajā ķīmijā it sevišķi.

Bet pirms jebkuras metodes analītisko pētījumu ieviešanas praksē, lai cik vienkārša šī metode arī būtu, vienmēr noris zināms apgūšanas un pieredzes uzkrāšanas process. Tāpēc līdz ar spektrālās analīzes metodes apgūšanu analītiskā ķīmija izstrādāja arī tīri ķīmiskas metodes.

1871. g. D. Mendeļejevs ieteica izmantot amonija dubultos nitrātus didima atdalīšanai no lantāna.

Izmantodams spektrālās analīzes metodi, čehu ķīmiķis B. Brauners 1882. g. pirmo reizi eksperimentāli pierādīja Mariņjaka pieņēmuma pareizību par didīma nevienveidīgumu. Pēc gada didīma zemes nevienveidīgumu spektros konstatēja arī zviedru ķīmiķis P. Klēve.

Un, beidzot, 1885. g. austriešu ķīmiķis K. Auers fon Velsbahs, izmantodams amonija dubultsāļu ilgstošo frakcionēto kristalizāciju, ko savā laikā ieteica, kā jau norādījām, D. Mendeļejevs, sadalīja didīmu tā sastāvdaļās.

Tā savā 45. dzīvības gadā beidza pastāvēt mistiskais didīms! Didīma sastāvdaļu — divu jaunu ķīmisko elementu nosaukumos saglabājās daļa iepriekšējā, neeksistējošā didīma nosaukuma. Elementu, kas tagad dvīņu rindā aizņem 3. vietu, bet periodiskajā sistēmā 59. vietu, nosauca par prazeodīmu, bet pēc tā sekojošo elementu — par neodīmu.

Atšķirībā no citu retzemju elementu savienojumiem, kas bija zināmi prazeodīma atklāšanas brīdī, tā sāļiem bija gaišzaļa nokrāsa. No tā cēlies arī elementa nosaukums. Ievērojamais ģeoķīmiķis, mineralogs un ceļotājs A. Fersmans izskaidro šo nosaukumu šādi: *πρασος* grieķu valodā nozīmē «zaļgans», bet vārds, *διδυμοι*, kā arī jau zināms, nozīmē «dvīņi», tāpat burtiski — «bāli zaļganie dvīņi».

Metāliskajā stāvoklī prazeodīms, ko iegūst, elektrizējot tā trihlorīdu, ir pelēks metāls, kura blīvums par simtām daļām pārsniedz cērija blīvumu. Kušanas un viršanas temperatūra (vislielākās, kas minētas rokasgrāmatās) attiecīgi ir 935 un 3000°C. Patlaban zināmi 14 prazeodīma mākslīgie radioaktīvie izotopi. Visiem tiem ir īss mūžs.

Jautājums par prazeodīma izmantošanu praksē patlaban nav sarežģīts, lai gan vēl pirms dažiem gadiem prazeodīms pat ļoti erudētām ķīmijas speciālistām sagādāja visai lielas grūtības. Prazeodīms arvien plašāk un plašāk ieviešas dažādās cilvēka darbības nozarēs. Prazeodīma oksīdi ir polirīta sastāvdaļa. Polirīta pulveri, kā zināms, ļoti sekmīgi lieto stikla pulēšanā. Prazeodīma oksīds izrādījās par labu katalizatoru amonjaka oksidēšanas reakcijā zemās temperatūrās. Ļoti plaši prazeodīma savienojumus, sevišķi kombinācijā ar tā tuvāko dvīni — neodīmu, lieto stikla ražošanā. Prazeodīma piemaisījumi krāso stiklu zaļā krāsā.

JAUNAIS DVĪNIS

60. Neodims — Neodymium (Nd)

Neodima dabā ir daudz vairāk nekā prazeodima. Ja vienā tonnā zemes garozas minerālu ir līdz 10 g prazeodima, tad tajā pašā zemes minerālu daudzumā ir 10 līdz 100 g neodima. Starp citu, lantanīdu ģimenē novērojama dažu tās locekļu savdabīga izplatība dabā. Parasti lantanīdi ar pāra numuriem periodiskajā sistēmā daudz izplatītāki dabā nekā to dvīņi, kuriem ir nepāra numuri.

Neodims, ko metāliskā stāvoklī iegūst ar elektrolīzi no tā savienojuma ar hloru, ir sidrabaini pelēks metāls, kas samērā lēni oksidējas. Neodima blīvums — $7,0 \text{ g/cm}^3$, kušanas temperatūra — 1024° un viršanas temperatūra — 3300°C , t. i., augstāka nekā prazeodimam. Atšķirībā no prazeodima, kas sastāv tikai no viena izotopa ar masas skaitli 141, neodimam ir septiņi izotopi. Divi no tiem ir radioaktīvi ar astronomiski lieliem pussabrukšanas periodiem.

Neodima mākslīgo radioaktīvo izotopu maisījumam ir īss mūžs. Pussabrukšanas periods radioaktīvajam izotopam ar visgarāko mūžu (^{147}Nd) nav ilgāks par 12 dienām.

Neodima savienojumi maisījumā ar prazeodima savienojumiem tiek plaši lietoti stikla ražošanā un keramikā.

Starp dabiskajiem pusdārgakmeņiem, kas jau sen saistīja cilvēka uzmanību, ir minerāli, kuriem piemīt spēja mainīt savu nokrāsu atkarībā no apgaismojuma. To vidū sevišķi iecienīts kļuvis dārgakmens aleksandrīts, kas ļoti pazīstams mineraloģiem un juvelieriem. Šim pusdārgakmenim, ko atrod gandrīz vienīgi Urālos slavenajās smaragda raktuvēs, ir brīnišķīgs krāsu zaigojums. Parastajā izkliedētajā gaismā aleksandrīts ir tumšzaļš, turpretī mākslīgā apgaismojumā — tumšā aveņu krāsā, bet saules staros iedegas maigi violetā krāsā, kas pāriet violeti zaļganā un gaišzili zaļā.

Dabā tādu minerālu maz, un nav jābrīnās, ka aleksandrītam piedēvē visneparastākās īpašības, starp citu, arī spējas pasargāt tā īpašnieku no dažādām slimībām un pat nodrošināt panākumus mīlestībā.

Pievienojot noteiktu daudzumu neodima un prazeodima maisījuma stiklam, tas iegūst aleksandrīta īpašības. Šādi

Iegūtais stikls iegūst dažādas krāsas atkarībā no dienakts stundas un apgaismojuma.

Neodimu izmanto arī dzidrinātā stikla ražošanā. Vismodernāko fotoaparātu, kā arī zinātniskās pētniecības laboratoriju dažādu optisko instrumentu stiklus iegūst, lietojot retzemju elementus, starp citu, arī neodimu.

Stiklam, kas satur neodima un prazeodima oksīdus, piemīt ārkārtīgas spējas absorbēt ultravioletos starus. Tāpēc šāds stiklus lieto, lai izgatavotu aizsargbrilles, kuras nepieciešamas metināšanas un stikla pūšanas darbos, ēku fasādu krāsošanai saules gaismā utt.

Neodima stikls spēj absorbēt neitronus, tāpēc to izmanto briļļu izgatavošanai, kuras lieto kodollaboratoriju darbinieki.

Neodimu lieto arī kodoldegvielu ražošanā. Kodolreaktoros, kas strādā ar urānu, urāna sadegšanas procesā rodas plutonijs, kas arī ir teicama kodoldegviela. Taču urāna un plutonija sadalīšana ir ļoti sarežģīta operācija, jo abi elementi ir ļoti līdzīgi. Šajā gadījumā tad arī izmanto retzemju elementus, starp citu, arī neodimu. Izrādās, ka izkausētajā neodimā plutonijs šķīst daudz vieglāk un arī vairāk nekā urāns. Tādējādi izkausēto neodimu var izmantot plutonija ekstrakcijai no šķidrā urāna.

Neodimu izmanto arī metalurģijā. Pievienojot neodimu magnija ultravioletajiem kausējumiem, sevišķi uzlabojas to karstumizturība. Magnija sakausējumi, ja tiem pievieno neodimu, kļūst izturīgi pret jūras ūdeni.

Arī praktiskajā medicīnā izmanto neodimu. Neodima salicilskābes sāļi un prazeodima salicilskābes sāļi ar nosaukumu «Dimals» lieto kā antiseptisku līdzekli.

MIERA VĀRDĀ

61. Prometijs — Promethium (Pm)

Jāšaubās, vai Mendeļejeva tabulā atradīsies otrs tāds elements, kura atklāšanā piedalījušies tik daudz izcilu pētnieku kā prometija atklāšanā. Diez vai, meklējot kādu citu elementu, veikts tik daudz precīzu un asprātīgu eksperimentu, noticis tik daudz karstu strīdu, patērēts tik daudz pūļu un laika, izdarīts tik daudz kļūdu, ko uzskatīja jau par atklājumiem, un veikts tik daudz atklājumu, ko uzskatīja par kļūdām.

Prometija biogrāfijas sākums, šķiet, saistīts ar 1902. g., kad nepārspētais retzemju elementu speciālists čehu ķīmiķis B. Brauners referātā, ko viņš nolasiya Bohēmijas Akadēmijā, pirmo reizi izteica pārliecību, ka atšķirība starp neodima un pēc tā sekojošā elementa samārija atomsvāru ir pārāk liela un norāda, ka pastāv jauns, vēl nezināms elements.

Tāču tikai pēc interesantiem pētījumiem, ko veica angļu fiziķis Moslijs, 1914. g. pierādot, ka ar rentgena spektru var precīzi noteikt vēl neatklātu elementu pastāvēšanu un norādīt to vietu periodiskajā sistēmā, pavērās reāla iespēja atrast nepazīstamo elementu.

Divpadsmit gadus ilga 61. elementa bezsekmīgā meklēšana. Meklēšanā piedalījās austriešu fiziķis Eders, angļu ķīmiķis Brintons, angļu fiziķis Hadins, amerikāņu fiziķis Kivss, ķīmiķi Kacs, Džemss u. c. 1926. gadā amerikāņu pētnieki Hariss, Intema un Hopkins, izpētījuši neodima un tam sekojošā samārija — 61. rutiņas kaimiņelementu rentgena spektrus, paziņoja par jauna elementa atklāšanu. Par godu Ilinoisas universitātei amerikāņu pētnieki, kuri bija tās līdzstrādnieki, jauno elementu nosauca par iliniju un deva tam simbolu Il.

Bet drīz vien pēc amerikāņiem savu prioritāti 61. elementa atklāšanā pieteica arī itāliešu pētnieki Rolla un Fernandess. Par godu Florences pilsētai viņi 61. elementu nosauca par florenciju, un tā simbols (Fl) Mendelejeva tabulā tika ierakstīts blakus skaitlim 61.

Sākās karstu strīdu un eksperimentu posms, lai galīgi noskaidrotu, vai jauno elementu saukt par iliniju vai florenciju. Un, lai cik dīvaini tas arī būtu, jo ātrāk pētnieki centās pabeigt strīdu par 61. elementa atklāšanu, pamatojoties uz iepriekš iegūtajiem rezultātiem, jo mazākas kļūva izredzes to pabeigt.

Cits pēc cita sekoja negatīvi rezultāti. Pēdējo triecienu ilinija un florencija piekritējiem deva Nodaku laulātais pāris.

Ar apbrīnojamu pacietību, ziedojot 8 gadus no savas dzīves, viņi ļoti rūpīgi izpētīja 15 dažādus preparātus, kuros, kā viņi domāja, jābūt 61. elementam. Vairāk nekā 100 kg retzemju viņi sadalīja frakcijās, kas saturēja neodima un samārija savienojumus. Viņi tā pilnveidoja savas analīzes metodiku, ka varēja atklāt elementu, kas bija desmit miljonu reižu retāks par neodimu un samāriju, ko

saturēja izpētais materiāls. Un viss bija veltīgi! 6l. elementa nebija!

Apkopojot sava tiešām titāniskā darba rezultātus, Ida Nodaka secināja: «Mēs esam sadūrušies ar ļoti miklainu parādību: trūkst elementa starp trīsvērtīgajām zemēm, kuru izplatība vispār ir likumsakarīga un elektronu struktūra labi izpēta.»

Bija jānoskaidro, kāpēc trūkst šī elementa! Ilinija un florencija drudzainas meklēšanas un pētījumu periodu nomainīja zinātniski vispārinājumi un hipotēzes, kas izskaidroja, kāpēc šī elementa nav.

Daži domāja, ka iliniju un florenciju meklēja ne tur, kur tas atrodas. 6l. elementam ir stipra ģeoķīmiska anomālija, un, būdams ļoti līdzīgs lantanīdiem, tas neatrodas tiem raksturīgos savienojumos.

Citas hipotēzes autori uzsvēra, ka meklētais elements ir vismazāk izplatīts ne tikai starp lantanīdiem, bet vispār starp visiem periodiskās sistēmas elementiem, tāpēc ar pašreizējām metodēm atklāt to dabā nav iespējams.

Beidzot trešā, Idas Nodakas izvirzītā hipotēze pārdoši pieņēma, ka 6l. ir radioaktīvs elements ar ļoti mazu dzīves periodu. Tāpēc tā daudzums, ko zemes garoza saturējusi veidošanās ērā, jau sen izzudis.

Idas Nodakas hipotēzes ticamība apstiprinājās arvien vairāk pēc tam, kad ungāru radioķīmiķis Heveši 1932. g. konstatēja samārijā (6l. elementa vistuvākajā kaimiņā) radioaktīvas īpašības. Izrādījās, ka samārijam ir spēja vāji izstarot α -starus.

Atklājums, ka elementiem, kuri atrodas periodiskās sistēmas vidū, piemīt radioaktīvas īpašības, bija ķīmiķiem pārsteigums. Radioaktivitāte taču ir parādība, kas parasti raksturīga smagajiem elementiem, kuri atrodas periodiskās sistēmas beigās. Dažu vieglu (ar mazu atomsvaru) elementu (kālija u. c.) radioaktivitāti uzskatīja par izņēmumu. Lūk, kāpēc Heveši atklājums pamudināja zinātniekus paaugstināties par retzemju radioaktivitāti. 1934. g. amerikāņu zinātnieks Libi konstatē, ka neodimam piemīt vāja radioaktivitāte. Tādējādi 6l. elementa abi kaimiņi izrādījās radioaktīvi. Neodims izstaroja β -starus.

Tagad vairs nevarēja būt šaubu par 6l. elementa pastāvēšanu. Un tiešām: ja neodims staro β -starus, tad saskaņā ar radioaktīvās pārvēršanās likumiem neodima atoms, zaudējot elektronu, palielina kodola lādiņu par vienu veselu

un pārvēršas par 6l. elementu. Tātad «noslēpumainais» 6l. elements atrodas dabā; tas, ka 6l. elements līdz šim nebija atklāts, acīmredzot izskaidrojams ar tā pussabrukšanas īso periodu, t. i., pēc šī elementa piedzimšanas seko tūlītēja neizbēgama nāve.

Fiziķi nolēma «noslēpumaino» elementu radīt... mākslīgi.

Pirmo šādu mēģinājumu veica Ohaio štata universitātes jaunie amerikāņu fiziķi M. Puls un L. Kvils. Par izejmateriālu 6l. elementa sintēzei lietoja neodimu, par tā bombardēšanas lādiņiem izmantoja deiterija kodolus — deitronus. Neodima bombardēšanas rezultātā viņi ieguva vairākus lantanīdu izotopus, starp tiem, pēc Pula un Kvila domām, atradās arī 6l. elements. Bet, lai pilnīgi pierādītu, ka iegūts jauns elements, bija nepieciešama tā ķīmiskā identifikācija, ko ar samērā vēl nepilnīgo eksperimentālo tehniku 30. gadu beigās Puls un Kvils izdarīt nespēja.

Pilnveidojoties eksperimentālajai meistarībai vielu mikroaudzumu sadalīšanā, 6l. elementa sintezēšanas darbā iekļāvās arvien vairāk un vairāk pētnieku.

Laua, Pula, Kvila un Kurbatova sintēzēs 1941. g., Vū un Segrē — 1942. g., Botē — 1946. g. tika atklātas un rūpīgi izpētītas daudzas jaunas parādības, kas, liktos, liecināja par kodola reakcijām, kuru rezultātā bija jāveidojas 6l. elementam. Tam deva jaunu nosaukumu — ciklonijs un simbolu Cy, lai uzsvērtu, ka tas piedzimis ciklotronā — kodolfizikas brīnumaparātā.

Bet... ķīmiķi tagad vairs netic! Viņi grib ne tikai ieraudzīt uz fotofilmas radioaktivitātes pēdas, bet arī turēt rokās to, kas atstāj šīs pēdas. Citādi — bez ķīmiskas identifikācijas, t. i., bez ķīmisko īpašību identifikācijas ar citiem lantanīdiem, atklātais elements netiek atzīts!

Izeju atrada amerikāņu fiziķi Dž. Marinskis, L. Glendenins un Č. Koriels. Izmantodami to, ka, urānam-235 daloties, rodas milzīgs daudzums šķembu — kodolreaktoru darba produktu, viņi atrada tajos ne mazumu retzemju elementu izotopu, kuru vidū acīmredzot «miņa» arī 6l. elements.

Pieņēmums izrādījās pareizs. Izmantodami jonu apmaiņas hromatogrāfiju, Marinskis, Glendenins un Koriels izdalīja no lantanīdu 50 izotopiem — urāna skaldīšanas produktiem — 6l. elementa divus izotopus! Vienam no

tiem masas skaitlis ir 147, un retzemju elementu šķembās šī izotopa ir 2,6%. Otrajam masas skaitlis ir 149, un retzemju elementu šķembās tā ir 1,4%. Abi izotopi tika iegūti arī no neodīma, bombardējot to ar neitroniem.

Par godu sengrieķu mitoloģijas titānam Prometejam 61. elementa atklāšanas autori elementu nosauca par prometiju, dodot simbolu Pm.

1948. g. 28. jūnijā Amerikāņu ķīmiskās biedrības simpozijā Sirakuzās (Ņujorkas štatā) interesentiem parādīja prometija ķīmiskos savienojumus — prometija hlorīdu, kas bija skaistā sārtā krāsā, un nitrātu — dzeltenā krāsā. Katra sāļa kopsvars bija 3 miligrami! Ļoti maz! Bet ar to pietika, lai izgaisinātu pat visneticīgāko šaubas. 61. «dzīvokli» uz mūžīgiem laikiem iemitināja jauno «iemītņieku».

Patlaban, izmantojot kodolreaktoru «atkritumus», mēneša laikā var iegūt simtiem gramu prometija.

Interesanti atzīmēt, ka prometijam, lai gan tas līdz šim vēl nav atrasts uz zemes, jau radīti 14 izotopi. To lielākās daļas mūžs nav ilgs. Vienīgi prometija izotopam ar masas skaitli 147 mūžs ir samērā ilgs (pussabrukšanas periods — 2,7 gadi). Tas rodas, sprāgstot atombumbai. Iespējams, ka šis prometija izotops kļūs praktiski par vienu no visperspektīvākajiem radioaktīvajiem lantanīdu grupas izotopiem.

Prometijam ir savdabīgas īpašības — tam nav γ -izstarojuma un β -stariem ir visai vāja enerģija, tāpēc ar prometiju iespējams strādāt bez jebkādam sarežģītām aizsargierīcēm. Starp citu, šo īpašību izmanto pašspidošu sastāvu izgatavošanai. Parasti tos izgatavo no fosforescējošu materiālu (kristālfosfora) un radioaktīvo elementu sāļu maisījuma. Tomēr šajos sastāvos ir α -starotāji, kas ātri pazemina kristālfosfora kvalitāti, un spīdēšana kļūst stipri blāvāka. Taču, lietojot prometiju, nepazeminās kristālfosfora kvalitāte un maisījums spīd spilgti un ilgi.

Perspektīva ir prometija lietošana atomenerģijas izmantošanai strāvas avotos — atombaterijās. Atombaterijā, kurā izmanto prometiju, radioizotopa β -sabrukšanas enerģija pārvēršas vispirms gaismas, bet pēc tam elektriskajā enerģijā. Gaismas avots šādā baterijā ir stipri sasmalcināts fosfora un prometija-147 oksīda maisījums (oksīda daudzums nepārsniedz 7 miligramus). β -daļiņu enerģija, ko absorbē fosfors, pārvēršas infrasarkanā starojuma

enerģijā. Šis starojums, ko uztver silīcija fotoelements, dod elektrisko strāvu. Ar 1 V spriegumu šādas prometija baterijas jauda ir $20\mu\text{W}$.

Baterijai ir diska veids, tā nav lielāka par kancelejas spraudīti. Ārkārtīgi mazie izmēri, stabila darbība vairāku gadu laikā (5 gadus), neatkarība no ārējiem faktoriem (temperatūras, spiediena utt.) bezgalīgi paplašina prometija bateriju praktiskās izmantošanas iespējas. Portatīvi uztvērēji un dažāda veida aparatūra, sākot ar smagajiem mehānismiem, ko vada no attāluma, un beidzot ar ļoti mazām «klausulēm» — lūk, prometija-147 atombaterijas izmantošanas sfēra.

Dabiskais prometijs dabā nav atrasts! Un tomēr kodolfizikas spīdošie panākumi atkal izvirza dienas kārtībā jautājumu par prometija atrašanu dabā.

Saskaņā ar teoriju urāna spontānas dalīšanās rezultātā rodas prometijs-147. Tātad urāna rūdas ir tā vieta, kur var atrasties dabiskais prometijs. Bet, urānam spontāni daloties, iegūst ļoti maz prometija. Kā rāda radioķīmiķu aprēķini, katros simt gramos urāna pa visu mūsu planētas pastāvēšanas laiku (5 miljardi gadu) radušies $6 \cdot 10^{-16}$ gramu prometija. Ja pieņem, ka gandrīz viss dabiskais urāns sastāv no urāna ar masas skaitli 238, tad zemes garozā ir ne vairāk par ... 800 g prometija-147.

Iespējams, ka prometijs dabā var veidoties kā samārija un neodima izotopu radioaktīvās sabrukšanas produkts, jo, kā zināms, samārijs un neodims ir prometija vistuvākie kaimiņi Mendelejeva periodiskajā sistēmā. Tiesa, prometijam-150 nav ilgs mūžs (pussabrukšanas periods 2,7 stundas) un laiks, kas nepieciešams, lai to izdalītu no maisījumiem, ir pietiekams elementa pilnīgai izzušanai. Bez tam tādā veidā iegūtais prometija daudzums ir visai mazs — ne vairāk par $8,6 \cdot 10^{-19}$ g prometija uz 100 g visretākā dabiskā izotopa neodima-150. Tāpēc nav jābrīnās, ka tādus šīs vielas daudzumus atrast ļoti grūti. Franču zinātnieks Takvorians 15 gadus meklēja prometiju dabā, bet tā arī neatrada. Ja arī tas atrodas uz zemes, tad tādos niecīgos izzūdošos daudzumos, ka tos nav iespējams atrast pat ar vismodernākajām metodēm.

Tomēr nenotveramā prometija meklēšana turpinājās. Zinātnieki nezaudēja cerības. Viņi ticēja parunai: «Kas meklē, tas atrod!».

Un prometiju arī atrada. 1964. g. Helsinku tehniskās augstskolas ķīmijas katedras vadītājs Erjametsa ziņoja, ka viņš atradis prometiju dabiskajos minerālos. Vienā no minerālmēslu fabrikām no 6 000 000 kg apatītu koncentrāta izstrādāti 20 000 kg lantanīdu oksīdu. Cildošanas ceļā no tiem izdalīja deviņas miljarddaļas grama prometijs. Tātad prometijs dabā ir!

PAZISTAMA SKANĒJUMA Vārds

62. Samārijs — Samarium (Sm)

Sai nosaukumā vecās paaudzes cilvēki uztver kaut ko pazīstamu. Tiešām! Samāra! Labības tirgotāju pilsētas vecais nosaukums. Pilsēta pie Volgas, ar kuru saistās V. I. Leņina, M. Gorkija, V. Kuibiševa dzīve un darbība.

Bet ne jau par godu šai pilsētai, kura slavēna ar savām bagātajām naftas atradnēm, ar savu pasaulē vislielāko radiostaciju un ar vienu no pasaulē vislielākajām mākslīgajām jūrām, nosaukts elements no lantanīdu ģimenes. Elementa nosaukuma vēsture ir interesanta un pārsteidzoša.

Pagājušā gadsimta vidū Altajā un Urālos darbojās kalnu rajona uzraugs inženieris V. Samarskis. Ar sevišķu talantu viņš neizcēlās. Reiz strādnieki viņam atnesa Ilmena kalnos atrastu nezināmu minerālu ļoti skaistā, samtaini melnā krāsā. Kāds no iztapīgajiem ierēdņiem, kas bija klāt šai brīdī, ieteica nosaukt minerālu par samarskītu kalnu rajona uzraugam par godu. Tā, pateicoties ierēdņa «atjautībai», minerāls bija «nokristīts», un to ietilpināja kolekcijā.

1878. g. ASV Ziemeļkarolīnas štatā atrada jaunu minerālu. Minerāla pirmās analīzes pierādīja, ka tajā ir liels daudzums reto zemju. Jaunais minerāls līdz ar to piesaistīja zinātnieku uzmanību. Izpētot tuvāk tā sastāvu, izrādījās, ka tas ir līdzīgs iepriekš atklātajam samarskītam.

Samarskīts kļuva par daudzu slaveno zinātnieku pētīšanas objektu. To vidū bija arī franču ķīmiķis M. Delafontēns. Pētījot samarskīta sastāvu, viņš izdalīja no tā savienojumu, kuru veselus trīsdesmit piecus gadus uzskatīja par elementa didīma oksīdu. Izmantodams spektrālās ana-

līzes metodi, Delafontēns pārliecinājās, ka no samarskīta iegūtais oksīds acīmredzot ir nezināmu ķīmisku elementu oksīdu maisījums.

Par Delafontēna pētījumiem ieinteresējās viens no izcilākajiem lantanīdu ģimenes pētniekiem franču ķīmiķis P. Lekoks de Buabodrāns (1838.—1912.). Ar spektroskopisko metodi viņš ļoti rūpīgi izpētīja Delafontēna iegūto oksīdu maisījumu un atklāja tajā jaunu, nepazīstamu elementu. 1879. g. 16. jūlijā par to bija paziņots visas pasaules zinātniekiem.

Pēc minerāla, kurā bija atklāts jaunais elements, P. Lekoks de Buabodrāns nosauca to par samāriju. Tā tika iemūžināts pulkvedis Samarskis, kas ne ar ko nebija pelnījis tādu godu.

Relatīvi tīrā veidā samāriju ieguva Mutmans 1903. g. samārija hlorīda elektrolīzes rezultātā. Brīvs samārijs ir gaišpelēks, spīdīgs, grūti kausējams (1052°C) metāls. Tā blīvums — $7,54\text{ g/cm}^3$.

Tā kā samārijs ir pārskaitļu elements, tam ir vairāki dabiski izotopi — pavisam 7. Visizplatītākais ir samārijs-152. Dabiskais maisījums satur 26,6% šā izotopa. Viens no samārija dabiskajiem izotopiem (samārijs-147, dabiskajā maisījumā 15,1%) ir α -radioaktīvs ar ļoti ilgu mūžu (pusabrukšanas periods $3 \cdot 10^{11}$ gadu). Starp citu, tas jau ir trešais α -radioaktivitātes gadījums lantanīdu ģimenē, ko arī var zināmā mērā uzskatīt par šīs ģimenes ievērojamu iezīmi. Daudzus gadus taču valdīja uzskats, ka α -radioaktivitāte ir tieši smago elementu specifiskais liktenis, kuri atrodas aiz savdabīgās «radioaktivitātes Rubikonas», starp svinu un bismutu, t. i., sākot ar 83. numuru.

Ar ko izskaidrojama diviņu α -radioaktivitāte?

Izteikta doma, ka visi periodiskās sistēmas elementi... ir radioaktīvi! Taču lielai daļai izotopu ir tik ilgs dzīves periods, tāpat tie tik lēni un nemanāmi sabrūk, ka izmērīšanas tehnika, ko patlaban lieto pētnieki, nespēj konstatēt šo radioaktivitāti. Bez tam zināms, ka kodolu stabilitāti nosaka neitronu skaita attiecība pret protonu skaitu. Acīmredzot šī attiecība lantanīdu ģimenē sasniedz zināmu kritisku lielumu, kad atomu kodoli kļūst tik nestabili, ka to var konstatēt ar modernajiem izmērīšanas aparātiem.

Starp samārija mākslīgajiem radioaktīvajiem izotopiem (pavisam to ir 9) ir viens rekordists — samārijs-146, ko

1953. g. ieguva pazīstamais amerikāņu fiziķis G. Sīborgs. Šī izotopa pussabrukšanas periods ir ... 74 miljoni gadu!

Samāriju un tā savienojumus lieto atomtehnikā. Stikls, kas satur samārija oksīdu, absorbē neitronus; tas sevišķi svarīgi caurspīdīgo bloku izgatavošanai atomreaktoru, vadīšanas pultu un citu iekārtu aizsardzībai.

Nav izslēgta iespēja izmantot samāriju un tā savienojumus kodolreaktoru regulējošo stieņu izgatavošanai.

Kā zināms, kodolkatlu (reaktoru) vada ar kadmija vai bora tērauda stieņiem (kadmijs un bors «kāri» absorbē neitronus). Tādi stieņi reaktorā absorbē neitronus, samazinādami saskaldīto urāna atomu skaitu. Acīmredzot, mainot absorbēšanas stieņa iegremdēšanas dziļumu atomreaktorā, var regulēt atomkatla darbību.

Jebkura materiāla spējas absorbēt neitronus nosaka tā saucamais radioaktīvās satveršanas šķērsgriezums, t. i., tās sfēras šķērsgriezums ap kodolu, kurā nokļuvis neitrons var tikt absorbēts. Tādējādi kodolam ir efektīvs mērķa laukums. Laukuma šķērsgriezumu, kas vienlīdzīgs $1 \cdot 10^{-24}$ cm², sauc par barnu; acīmredzot jo tas lielāks, jo lielākas ir spējas neitronu uztveršanai. Samārijam radioaktīvās satveršanas šķērsgriezums ir 6500 barni, un šai ziņā tas pārspēj kadmiju (2500 barni) un boru (3000 barni).

Pēdējā laikā arvien plašāk sāk ieviesties luminiscējošās spuldzes, kurām nepieciešami luminofori sastāvi. Svarīga nozīme luminoforu sintēzē ir lantanīdiem un to vidū — samārijam.

Samārija, kā arī lantāna un cērija sāļi ietilpst luminoforu sastāvā. Luminofori arvien vairāk ieviešas tehnikā, tos lieto ne tikai luminiscējošās spuldzēs, bet arī elektronu staru spuldzēs televizoros, radiolokatoros, elektronu optiskajos pārveidotājos. Tos lieto arī radioaktīvo starojumu pētīšanai, un visur tiek izmantots arī 62. elements — samārijs.

VISVIEGLĀKAIS NO LANTANĪDIEM

63. Eiropijs — Europium (Eu)

«Eiropijs ir ķīmisks elements no lantanīdu ģimenes ar kārtas skaitli 63 un atomsvaru 152,0.» Lūk, šīs divas rindiņas elementam eiropijam 1961. g. veltījusi «Ķīmijas enciklopēdija».

Lielākā daļa ķīmiku eiropiju nav redzējuši pat laboratorijās. Bet eiropija zemes garozā ir divreiz tik daudz kā sudraba un četrdesmit reizu vairāk nekā zelta. Bet kurš gan no mums nav redzējis zeltu un sudrabu?

Par eiropiju tik maz zināms tāpēc, ka tas ārkārtīgi izklienēts un dabā nav tādu minerālu, kur eiropijs būtu stipri koncentrēts. Izdalīt šos savienojumus no maisījuma ar citu lantanīdu sāļiem izdevās tikai 1940. g. pēc ilgstoša un rūpīga darba.

Tikai ar to var izskaidrot, ka 1952. g. viens kilograms eiropija oksīda (tīrība — 98—99%) ASV maksāja 300 tūkstoš dolāru, pie tam eiropija oksīdu pārdeva tikai pa... 5 gramiem! Piebīdīsim, ka kilograms tīra zelta maksā ap 1250 dolāru.

Eiropijs ir vismazāk blīvais lantanīds. Tā blīvums ir tikai 5,3 g/cm³, t. i., gandrīz pusotras reizes mazāks nekā dzelzs blīvums. No radioaktīvajiem izotopiem visnozīmīgākais ir eiropijs-155 (pusabrukšanas periods — 1 gads un 250 diennaktis); pateicoties γ -starojumam, eiropijs-155 ir ļoti ērts medicīniskajai diagnostikai un defektoskopijai.

Vieglie un portatīvie caurskates aparāti, kuros izmanto eiropija radioaktīvo izotopu, izrādījušies par ļoti ērtiem plānsienīņu metāla izstrādājumu kvalitātes pārbaudei. Eiropija γ -defektoskopija ir trīsreiz jutīgāka par defektoskopiju, izmantojot cēzija un kobalta radioizotopus.

No eiropija savienojumiem, kas mēdz būt divvērtīgi un trīsvērtīgi, sevišķi nozīmīgi ir divvērtīgie sāļi, kuri fluorescē no ultravioletā starojuma. Šāda īpašība svarīga eiropiju saturošo minerālu analīzei. Eiropija taču ļoti maz (0,002%) pat visbagātākajā minerālā — monacīta smiltis.

Un tomēr eiropijs izpētīts daudz vairāk nekā citi lantanīdi (izņemot lantānu, cēriju un neodimu). To veicināja daudzi apstākļi: eiropija kodoliem piemīt labas spējas saņemt neitronus (tas ir svarīgi kodola energoiekārtām); luminofori, kuri kā aktivatorus satur desmittūkstošās daļas procenta eiropija, ir ļoti svarīgi astronomiskiem pētījumiem spektra infrasarkanajā daļā.

Beidzot, eiropija īpašību pētīšanu veicināja Čikāgas firmas «Lindsay Light and Chemical Co» galvenā ķīmika Makkoja darbība. Daudzu gadu ilga, neatlaidīga darba rezultātā Makkojs uzkrāja dažus simtus gramu eiropija

sāļu un nodeva tos zinātniekiem pētišanai, tā atbrīvodams tos no grūtā sāļu attīrīšanas darba.

Ārziemju populārajos izdevumos pēdējā laikā parādījās ziņas, ka amerikāņu zemēdeņu kodolreaktoru keramisko apvalku sastāvā ietilpst gadolīnija, samārija un eiropija oksīda maisījums. Un nav nekāds brīnums: gadolīnijs, samārijs un eiropijs absorbē siltuma neitronus.

Eiropija nosaukums neprasa atšifrējumu. Elementu 1901. g. atklāja franču ķīmiķis E. Demarsē (1852.—1904.).

PAR GODU SOMU ĶĪMIĶIM

64. Gadolīnijs — Gadolinium (Gd)

Gadolīnīts ir rets minerāls, kas satur vairākus elementus. Galvenie no tiem mums jau zināmi. Tie ir berīlijs, dzelzs, silīcijs, skābeklis un neliels skaits retzemju elementu (cērijs, itrijs u. c.). Melnais vai zaļmelnais gadolīnīts āreji līdzīgs asfaltam vai akmeņoglēm. Sākumā to pēc atrašanas vietas nosauca par iterbītu. Kā zināms, iterbītu atrada Zviedrijā pamestā karjerā Iterbijas ciema tuvumā. Vislielākās gadolīnīta atradnes ir Norvēģijā, Zviedrijā un Teksasā (ASV).

1880. g. šai minerālā Šveices ķīmiķis Z. Galisārs de Mariņjaks atrada elementu no lantanīdu ģimenes. 1886. g. par godu somu ķīmiķim, Pēterburgas Zinātņu akadēmijas korespondētājloceklim J. Gadolinam jauno elementu nosauca par gadolīniju. Zemes garozā gadolīnija ir $7,5 \cdot 10^{-4}\%$, turklāt visai izkliedētā veidā.

Pirms vairākiem gadiem par gadolīniju varēja pateikt tikai to, ka «tas netiek izmantots», un patiesībā tas tā arī bija. Bet pēc tam, kad izpētīja gadolīnija īpašības, izrādījās, ka paveras plašas iespējas tā izmantošanai tehnikā. Vispirms perspektīva ir gadolīnija izmantošana sakausējumu veidā kodolreaktoru regulējošo stieņu izgatavošanai. Tas izskaidrojams ar to, ka radioaktīvās satveršanas šķērsgriezums gadolīnijam ir ļoti liels — 45 tūkstoši barnu, t. i., 18 reizes lielāks nekā kadmijam, ko plaši lieto atomreaktora darbības regulēšanai.

Līdz šim atomreaktorus — šos milzīgos neitronu starojuma avotus izolēja ar daudzu metru biezām betona sienām. Šādas iekārtas ļoti viegli var būvēt uz zemes un samērā viegli arī uz liela kuģa, kā, piemēram, uz

ledlauža «Ļeņins». Bet iedomāties lidmašīnu, kuras motors svērtu tūkstoš tonnu, pagaidām vēl nav iespējams. Pavisam citas iespējas paveras, ja konstruktoru rīcībā būs lieli daudzumi gadolīnija: dažus centimetrus bieza gadolīnija plāksne aizsargās pret radioaktivitāti un projekts par automašīnu ar atomdzinēju no fantastiskajiem romāniem nonāks konstruktoru, ķīmiķu un inženieru rokās.

Visintensīvāk neitronus absorbē gadolīnija izotopi, kuru masas skaitlis ir 155 un 157 (gadolīnijam ir 7 stabili izotopi). Bet, absorbējot neitronus, šie izotopi ātri «izdeg», t. i., pārvēršas par izotopiem ar mazu neitronu absorbēšanas šķērsgriezumu. Izdevīgāki ir eiropija dabiskie izotopi, kuru masas skaitļi ir 151 un 153. Absorbējot neitronus, tie pāriet izotopos ar lielāku neitronu absorbēšanas šķērsgriezumu. Intensīvi siltuma neitronus absorbē arī gadolīnija oksīds.

Bet iegūt gadolīniju tīrā veidā ir ļoti grūti, un tas maksā ļoti dārgi (1 kg gadolīnija oksīda ASV maksā 6000 dolāru, bet tāds pats daudzums zelta maksā ap 1200 dolāru).

Ir vēl viena tehnikas nozare, kas cieši saistīta ar mūsu ikdienu, kurā gadolīnijs sola izraisīt patiesu revolūciju — tā ir aukstuma iegūšana. Nākotnes saldēšanas aparātu teorētiskais pamats būs gadolīnija magnētiskās īpašības. Gadolīnija savienojumus (gadolīnija sulfātu vai hlorīdu), kas ir vielas ar ļoti spēcīgam paramagnētiskām īpašībām, lieto zinātniskos pētījumos ļoti zemu temperatūru iegūšanai. To sasniedz ar diezgan oriģinālu paņēmieni. Gadolīnija sāļi, kas atrodas labi izolētā telpā, kura pildīta ar inertiem gāzēm, ievieto magnētiskajā laukā; rezultātā sāļis sasilst, bet arī tā sasilst arī gāze. Pēc tam gāzi nosūknē, magnētisko lauku attālina, un sāļis tādā veidā tiek atdzesēts līdz temperatūrai, kas zemāka par sākuma temperatūru. Daudzas reizes atkārtojot šo ciklu, temperatūra pazeminās un sasniedz tādus lielumus, kas visai tuvi absolūtajai nullei.

ITERBIJAS CIEMAM PAR GODU

65. Terbijs — Terbium (Tb)

Šī elementa vēsture sākās 1787. g., kad vecā, pamestā karjerā Zviedrijā Iterbijas ciema tuvumā ķīmiķis, minerālogs un kaislīgs kolekcionārs, zviedru armijas leitnants

Karls Arēniuss atrada jaunu minerālu, ko viņš nosauca par iterbītu.

Kā jau iepriekš pastāstījām (sk. «Itrijs»), no šī minerāla ieguva jaunu zemi, ko nosauca par itrija zemi, bet elementu, kas ietilpa šai zemē, nosauca par itriju.

1818. g. A. Šerers, sildot slēgtā traukā itrija zemi, pamānīja, ka sildišanas produkts pamazām kļūst dzeltens, pie tam nokrāsa pazūd, produktu atkārtoti sildot reducējošā vidē. Šis novērojums pamudināja Šereru izteikt varbūtību, ka itrija zeme nav individuāla viela, bet satur kaut kādus piemaisījumus.

Pēc tam kad Bercēliusa skolnieks K. Mosanders lantānu izdalīja no cērija zemes, ko ilgu laiku uzskatīja par patstāvīgu vielu, Šerera pieņēmumu uzskatīja par visai patiesīgu.

Atkārtodams Šerera mēģinājumus, Mosanders secināja, ka itrija zemē atrodas cērijs un kāds no lantāna dvīņiem.

«Ja itrija zeme sastāv no citu zemju maisījuma, — domāja Mosanders, — tad tām acimredzot citai no citas jāatšķiras pēc bāziskajām īpašībām. Vienai no tām jāizkrit nogulsņejumā ātrāk par otru.»

Mosanders sāka itrija zemes sadalīšanu. Pētījumi vainagojās ar panākumiem. Itrijs zeme «sadalījās» nevis divās daļās, kā sākumā domāja Mosanders, bet trijās sastāvdaļās: «dzeltenajā zemē» — vismazāk bāziskajā, «sārtajā zemē» — vidēji bāziskajā un «bezkrāsainajā zemē» — visbāziskākajā. «Bezkrāsainā zeme», tuvāk to izpētot, izrādījās par jau pazīstamā elementa itrija oksīdu. Turpretī «dzeltenā» un «sārtā» zeme bija divu vēl nepazīstamu elementu oksīdi.

Tā 1843. g. lantanīdu ģimene papildinājās vēl ar diviem dvīņiem. Par godu ciemam, kura apkaimē savā laikā Karls Arēniuss bija atradis akmeni, kas saturēja jaunatklātos dvīņus, tos nosauca par erbiju un terbiju.

Terbijs atšķiras no saviem «radiniekiem» — lantāna un cērija ne tikai ar samērā mazo izplatību dabā, bet arī ar savu lielo blīvumu ($8,3 \text{ g/cm}^3$). Arī terbija kušanas temperatūra (1450°C) un viršanas temperatūra (2500°C) ir samērā augstas. Terbijs dioksīdu atšķirībā no cērija un prazeodīma neveido. Parastajos apstākļos iegūst trīsvērtīgā terbija un četrvērtīgā terbija oksīdu maisījumu. Paaugstinot skābekļa spiedienu un temperatūru, pēdējā sa-

turs oksidā pieaug, bet iesaistīt tik daudz skābekļa, lai iegūtu tīru dioksīdu, vēl nav izdevies.

Terbijs ir paramagnētisks un magnetizējas ievērojami vieglāk un stiprāk nekā dzelzs.

Terbijam nav dabisku izotopu, bet tas ir α -radioaktīvs elements. Tā pussabrukšanas periods ir astronomiski milzīgs ($5 \cdot 10^{16}$ gadu); šis skaitlis vēlreiz atgādina, ka visi elementi ir radioaktīvi, bet lielākajai daļai ir astronomiski ilgi pussabrukšanas periodi.

Terbija mākslīgo izotopu — terbiju-160 lieto analītiskajā ķīmijā kā radioaktīvu indikatoru.

GRŪTI PIEEJAMIS

66. Disprozijs — Dysprosium (Dy)

Nosaukums disprozijs cēlies no grieķu vārda $\deltaυσπρόσδοος$ un nozīmē «grūti pieejamais».

Daudz laika, pūļu, neatlaidības bija jāziedo zinātniekiem, lai uzmeklētu šo elementu. Un arī tā nosaukums nav nejaušs. To noteica milzīgais darbs un visdažādākie eksperimenti, kas bija nepieciešami tā atklāšanai.

Disprozija vēsture saistīta ar tiem elementiem, kurus atklāja dažādos laikos, kuri dabūja savu nosaukumu, bet pēc tam tika «svītroti», jo galu galā tie izrādījās vienkārši vai nu elementu maisījums, vai analīzes kļūda.

Vienam no zinātniekiem, šīs vēstures dalībniekiem — franču ķīmiķim Lekokam de Buabodranam palaimējās. Pēc sešu gadu sasprindzināta darba viņš 1886. g. atklāja terbija oksidā jaunu elementu un deva tam nosaukumu, par kuru labāku vairs nevarēja izdomāt.¹

Disprozija pirmo raksturojumu sastādīja pats Lekoks de Buabodrans, un tas bija ļoti īss: elements ir reti sastopams, izkļiedēts pa visu zemeslodi un grūti atdalāms no citām retajām zemēm.

Tagad varam teikt, ka disprozija dabā ir vairāk nekā sudraba, bismuta un pat antimona. Tam ir 7 dabiski stabili izotopi. Tie sastāda disproziju — metālu, kura blīvums $8,5 \text{ g/cm}^3$, kušanas temperatūra — 1407 un viršanas temperatūra — 2600°C .

¹ Pēc citu autoru ziņām, disprozija oksīdu izdalījis K. Auers fon Velsbahs 1885. g. — *Tulk. red.*

Disprozija un tā savienojumu magnētiskās īpašības pār-
sniedz pat dzelzs īpašības, tāpēc to sekmīgi var izmantot
radiotehnikā un elektronikā.

Iegūti disprozija 12 mākslīgi izotopi. Atšķirībā no citu
lantānīdu radioaktīvajiem izotopiem pieci disprozija māks-
slīgie izotopi ir α -radioaktīvi, to pussabrukšanas periodi
nav lieli un svārstās no 7 minūtēm līdz 13 stundām.

Samērā nesen padomju ģeologs A. Stepanovs aprakstīja
jaunatklāto minerālu. Būdam retzemju, nātrija un kalcija
fluorīds, jaunais minerāls satur daudz disprozija. Par
godu pirmajam zvaigžņu ceļu kapteinim lidotājam kosmo-
nautam Jurijam Aleksejevičam Gagarinam disprozija rūda
nosaukta par gagarinītu.

NEIZMANTOJAMĀIS

67. Holmijs — Holmium (Ho)

Ar vārdu *Holm* ģermāņu valodās apzīmē nelielu salu.
Vārds ietilpst daudzu ostas pilsētu un piekrastes pilsētu
nosaukumos, starp citu, arī Zviedrijas galvaspilsētas —
Stokholmas nosaukumā.

Par godu Zviedrijas galvaspilsētas latīniskajam nosau-
kumam — *Holmia* zviedru ķīmiķis P. Klēve (1840.—
1905.) savu 1879. g. atklāto jauno elementu, kas izrādījās
par vienu no lantānīdu ģimenes elementiem, nosauca par
holmiju.

Neatkarīgi no Klēves holmiju 1878. g. atklāja arī Švei-
ces ķīmiķis Sorē.

Holmijs ir viens no visretākajiem lantānīdiem. Tas at-
rodas monacīta smiltīs un dažos citos minerālos. To vien-
mēr atrod kopā ar citiem šīs ģimenes elementiem, no ku-
riem tas atdalāms ar ārkārtīgām grūtībām, burtiski pēc
tūkstoškārtīgas pārkristalizēšanas.

Par holmija ārkārtīgi grūto atdalīšanu liecina šāds
fakts: vācu ķīmiķis A. Freits ziedojis četrus gadus no sa-
vas dzīves, lai iegūtu burtiski tikai dažus... graudiņus
holmija.

Par tā lietošanu tirā veidā nemaz nav ko runāt: to ne-
lieto, tāpēc ka tas ļoti grūti iegūstams un sakarā ar to
ļoti dārgs.

ASV, piemēram, 1 kg holmija oksīda maksā 350 000 dolāru, t. i., 280 reizes vairāk par zeltu. Vēl augstāk tiek vērtēts tīrais metāls.

Holmija radioaktīvo izotopu — holmiju-166 lieto analītiskajā ķīmijā kā radioaktīvu indikatoru.

VĒLREIZ PAR GODU ITERBIJAS CIEMAM

68. Erbijs — Erbium (Er)

K. Mosandera 1843. g. atklātais erbijs faktiski ir ... terbijs! Lai izskaidrotu šo pārpratumu, jāpastāsta šāds jociņš atgadījums, kas notika ar ķīmiskajiem dvīņiem.

Atklājis jaunus elementus, Mosanders elementu, kam tagad ir 65. numurs, nosauca par erbiju. Turpretī elementu, kura numurs ir 68, viņš nosauca par terbiju. Toreiz vēl nebija stingras sistēmas pazīstamo ķīmisko elementu klasifikācijai. (D. Mendeļejeva elementu tabulas vēl nebija.) Tehniskais redaktors žurnālā, kurā Mosanders bija nodomājis publicēt ziņas par jauno elementu atklāšanu, elementu izvietojuma secībā pamatojās uz ... burtu skaitu vārdā. Tā Mosandera erbiju sāka saukt par terbiju, bet terbiju — par erbiju. Un tā šie nosaukumi arī palika līdz mūsu dienām!

Erbijam ir 6 stabili izotopi un diezgan liels blīvums. 11 mākslīgo radioaktīvo izotopu mūžs nav ilgs. Visstabilākā izotopa pussabrukšanas periods nepārsniedz desmit dienas.

Daži erbija sāļi palielina hemoglobīna daudzumu un sarkano asinsķermenīšu skaitu siltasiņu dzīvnieku asinīs. Iespējams, ka šādus savienojumus izmantos arī medicīnā.

SKANDINĀVIJAS PUSSALAI PAR GODU

69. Tūlijs — Thulium (Tl)

Vai šī elementa nosaukums nav cēlies no senās krievu pilsētas Tulas, kas bija slavēta ar saviem pazīstamajiem ieroču meistariem, izciliem metālu pazinējiem? Vai varbūt elementa nosaukums cēlies no divām Meksikas pilsētām ar nosaukumu Tula, no kurām viena atrodas divus kilometrus virs jūras līmeņa Idalgo štatā, bet otra — auglīgajā ielejā Tamaulipasas štatā?

Nē! Nevis pēc šīm trim pilsētām nosaukts elements. Nosaukums nav nācis no pilsētas, bet gan no veselas... valsts.

«Tūle» ir leģendāra sala, kura, pēc seno ģeogrāfu domām, atradies zemes pašos ziemeļos, kas Eiropā atbilst Skandināvijas pussalai. Pēc šī senā vārda zviedru ķīmiķis P. Klēve nosauca savu 1879. g. ar spektroskopijas metodi atklāto jauno elementu. Tūlijs ir lantanīdu ģimene ceturtais un, salīdzinot ar lielāko daļu savu radnieku, dabā maz izplatīts. Tūlijs ir arī maz izpētīts. Tas izskaidrojams ar šādiem iemesliem: lai iegūtu koncentrātu, kas satur 20% tūlija, bija nepieciešami... 6 gadi! Lai palielinātu tūlija saturu koncentrātā līdz 99%, bija nepieciešami vēl... 4 gadi!

Hromatogrāfiskā metode stipri vienkāršoja lantanīdu sadalīšanu, taču 1955. g. kilograms metāliskā tūlija ASV vēl maksāja 300 tūkstošus dolāru.

Pēc rentgena staru atklāšanas pie Vilhelma Konrada Rentgena griezās daudzi slimnieki pēc palīdzības. Neiztika arī bez kurioziem gadījumiem. Piemēram, kāds slimnieks lūdzās «atsūtīt pāris staru» krūšu kurvja caurskatīšanai. Autors, kas cienīja humoru, aizrakstīja slimniekam, lai tas atsūta savu krūšu kurvi. Atstājot jokus pie malas, piebildīsim, ka arī tagad ārsti nogādā slimnieku pie rentgena aparāta un nevis otrādi. Daudzos gadījumos tas ļoti sarežģī diagnostiku.

Tūlija radioaktīvo izotopu — tūliju-170 (tā pussabrukšanas periods 127 dienas), kuram ir maigs γ -starojums, arvien plašāk lieto diagnostikā un defektoskopijā. Rentgena caurskates aparāti ar radioaktīvo tūliju ir ārkārtīgi vienkārši. Šāds aparāts sastāv no tērauda elektronu spuldzes, kurā ir neliels daudzums radioaktīvā tūlija (0,1—0,2 g). Elektronu spuldze ietverta svina aizsargfutrālī. Radioizotops saistīts ar nospiežamu trosīti; tā preparātu piebīda organiskā stikla lodziņam, kurš iemontēts aparāta priekšējā daļā. Tādējādi iespējama caurstarošana vai apstarošana.

Padomju zinātnieki, kuri izstrādājuši speciālu fotoelektrisku iekārtu, kas pastiprina tūlija γ -starojumu, iegūst sevišķi kontrastainus attēlus, tā paplašinot radioaktīvā tūlija izmantošanas robežas. Rentgena caurskatīšanas aparāts ar tūlija radioizotopu ir ļoti viegls, sver ne vairāk par diviem kilogramiem, ir portatīvs, tā darbība nav atkarīga

no tikla strāvas, bet, galvenais, tas ir vienkārši apkalpojams un tam nav nepieciešams speciāls apkalpojošais personāls vai speciāla iekārta. Tāpēc šie aparāti ir neaizstājami medicīnas praksē, it sevišķi netransportējamu slimnieku apkalpošanai. Radioaktīvā tūlija nostrādātos lādiņus reģenerē, atkārtoti apstarojot ar neitroniem. Tūlijs-170 derīgs tādu ķermeņa daļu un priekšmetu radiogrāfijai, kurus formas un izmēru dēļ nav iespējams izskatīt ar parastajiem rentgena aparātiem un metodēm. Tā, piemēram, kādā muzejā atrodas asīriešu karavīra ķivere (9. gs. p. m. ē.). Uz iekšējās bronzas kārtiņas, kā to pierādīja pētījumi, lietojot tūliju-170, atrasti acij nesaredzami simboliski uzraksti. Tagad izdevies tos izlasīt! Ķiveres pussfēriskās formas dēļ parasto rentgena aparātu nevarēja izmantot.

Patlaban tūliju-170 lieto vieglo metālu un sakausējumu, kā arī plānu tērauda izstrādājumu (1—2 mm) defektoskopijai. Visbiežāk lietojamie izotopi kobalts-60, cēzijs-137 un irīdijs-192 šādos gadījumos nav derīgi. Ar tūliju-170 var caurskatīt līdz 70 mm biezus alumīnija izstrādājumus. Tūliju-170 iegūst, apstarojot ar neitroniem tūlija oksīdu, kas ieslēgts alumīnija ampulās. Tūlijs ir viens no vissmagākajiem retzemju elementiem, tā blīvums ir 9,3 g/cm³.

UN ATKAL PAR GODU ITERBIJAI

70. Iterbijs — Yterbium (Yb)

1878. g. 22. oktobrī Parīzes Zinātņu akadēmijas kārtējā sapulcē Šveices ķīmiķis Ž. Galisārs de Mariņjaks ziņoja, ka viņam izdevies saskaldīt erbija oksīdu, kas izdalīts no itrija zemes. Lietojot erbija nitrāta (kas izdalīts no tā oksīda) frakcionētās kristalizācijas metodi, Mariņjaks beidzot ieguva jaunu elementu, kura oksīds atšķirībā no krāsainā erbija oksīda ir bezkrāsains.

Un atkal Iterbijai par godu jauno elementu nosauca par iterbiju. Nevīlus atmiņā nāk Karls Arēniuss, kas atrada iterbītu — šo «laimīgo» minerālu, no kura burtiski kā no teiksmainā pārpilnības raga izbīra vesela kaudze reto zemju. Un vai Arēniuss, turēdams rokās atrasto akmeni, varēja iedomāties, ka viņa rokās ir retzemju elementu ķīmijas pamati!

Tiešām, iterbīts, ko vēlāk pārdēvēja par gadolinītu, izrādījās par to minerālu, ar kuru sākās gara rinda pētījumu. Un, protams, pareizi rakstīja pazīstamais somu mineralogs Flints par iterbītu, norādot, ka šim minerālam neorganiskās ķīmijas vēsturē bija daudz lielāka nozīme nekā jebkuram citam.

Iterbijs, kuru gandrīz trīs gadu desmitus uzskatīja par ķīmisku elementu, faktiski izrādījās par divu lantanīdu maisījumu. Tikai 1907. g. franču ķīmiķis Ž. Urbēns (1872.—1938.) un neatkarīgi no viņa austriešu ķīmiķis K. Auers fon Velsbahs to sadalīja. Vienam no abiem elementiem atstāja iepriekšējo nosaukumu. Atšķirībā no daudziem citiem lantanīdiem iterbijam ir zema viršanas temperatūra (1427°C); šai ziņā iterbiju pārspēj tikai eiropijs, kura viršanas temperatūra ir 1400°C.

Iterbijam ir 10 izotopu. Vienam no mākslīgajiem iterbija radioaktīvajiem izotopiem, kura masas skaitlis ir 170, ir ārkārtīgi īsa izomerā pārvēršanās¹, kas ilgst ... 16 miljardās daļas sekundes!

PĒDĒJAIS LANTANĪDU ĶĪMENĒ

71. Lutēcijs — Lutetium (Lu)

(Kasiopejs)

Franču ķīmiķis Ž. Urbēns, ar kristalizācijas metodi pētījot iterbija nitrātus, atklāja, ka izdalāmo frakciju atomsvāri nav vienlīdzīgi, bet bieži svārstās robežās no 170 līdz 174.

Pētījot frakciju loka spektrus, Urbēns konstatēja, ka frakcijām, kurām vislielākais atomsvārs, spektrā raksturīgas gaišas līnijas, turpretī frakcijām ar mazāku atomsvāru spektros šādas līnijas bija visai vājas vai to vispār nebija. Tā iterbijs, ko uzskatīja par patstāvīgu elementu, tika sadalīts divos elementos. Vienu no tiem un tieši to, kuram bija vismazākais atomsvārs, pēc Urbēna vēlēšanās nosauca par neoiterbiju, bet to, kam bija vislielākais atomsvārs, — par lutēciju.

Lutēciju — gallu (ķeltu) cilts parīziju nocietināto apmetni, no kuras izveidojās tagadējā Parīze, nodibināja

¹ Izomerā pārvēršanās — parādība, kad viena veida atomu kodoliem ar vienādiem kārtas un masas skaitļiem ir dažādas radioaktīvās īpašības (dažādi sabrukšanas ceļi). — *Tulk. red.*

1. gadsimtā pirms mūsu ēras uz salas Sēnas vidū. (Patlaban salu sauc par Sitē salu.) Par godu šai senajai Eiropas pilsētai — tagadējai Francijas galvaspilsētai — pēdējo elementu no lantanīdu ģimenes nosauca kādreizējā Parīzes vārdā.

Kā jau bija teikts, vecā iterbija sadalīšanu divās sastāvdaļās, t. i., divos elementos, vienlaicīgi, bet neatkarīgi no Urbēna veica arī austriešu ķīmiķis K. Auers fon Velsbahs. No iterbija izdalīto vieglo dvīni K. Auers nosauca par aldebaraniju, bet smago — par kasiopeju. Aldebaranija nosaukuma pamatā pirmā lieluma zvaigznes Vērša zvaigznājā (Vērša α jeb Aldebarana) nosaukums, otrs no dvīņiem nosaukts pēc Kasiopejas, vienas no visspilgtākajām, nenorietošajām zvaigznēm Ziemeļu debess zvaigznājā.

Tā kā K. Auers savus pētījumus beidza vēlāk par Ž. Urbēnu, tad pēdējam lantanīdu ģimenes elementam palika nosaukums lutēcijs, lai gan vācu zinātniskajos darbos elementu vēl līdz šim sauc par kasiopeju.

No saviem «radiniekiem» lutēcijs atšķiras ar vismazāko atoma rādiusu (1,74 Å), ar vislielāko blīvumu (9,8 g/cm³), vislielāko atomsvaru un kušanas temperatūru (1652°C). Metāliskajā veidā kaut cik ievērojamos daudzumos šis elements nav iegūts. Dabā tas atrodams gadolinitā, samarskitā u. c. minerālos.

Lutēcijam ir divi dabiskie izotopi. Viens no tiem dabiskajā maisījumā ir 2,6%, tā masas skaitlis — 176. Šis izotops ir radioaktīvs, tas staro β -starus un pieder pie ilga mūža izotopiem. Lutēcija-176 pussabrukšanas periods ir $2,4 \cdot 10^{10}$ gadu! Bez tam vēl zināmi 15 mākslīgi izotopi, kas visi ir radioaktīvi. To pussabrukšanas periodi svārstās no dažām stundām līdz nedaudzām dienām. Tikai trim izotopiem (174, 173 un 171) pussabrukšanas periodi ir attiecīgi 140, 625 un 600 dienas.

CIRKONIJA PAVADONIS

72. Hafnijs — Hafnium (Hf)

Sudrabu un zeltu būs redzējis katrs. Bet pajautāriet kādam par hafniju, un jautātie parasti atbildēs, ka ne hafniju, ne tā savienojumus viņi nav redzējuši. Bet hafnija atomu dabā ir 25 reizes vairāk nekā sudraba un 1000 reizes vairāk nekā zelta. Ar ko tas izskaidrojams, kāpēc mēs

nesastopam hafniju? Atbilde ir ļoti vienkārša: hafnijs ir ļoti izklīdēts elements. Rūpnieciskajai pārstrādei derīgas atradnes ir tikai nedaudzās zemeslodes vietās.

1922. g. Ž. Urbēns pēc ilggadīga darba ar retajām zemēm izdalīja jaunu elementu. Par godu senajiem ķeltiem, kas kādreiz apdzīvoja mūsdienu Francijas teritoriju, Urbēns jauno elementu nosauca par keltiju. Tomēr noskaidrojās, ka jaunā elementa ķīmiskās īpašības neatbilst tām īpašībām, kādas tam pienāktos kā periodiskās sistēmas 72. elementam. Hafnija pastāvēšanu 1870. g. pareģoja D. Mendelejevs, bet tā īpašības — dāņu fiziķis N. Bors. Saskaņā ar periodisko likumu jaunajam, 72. elementam vajadzēja līdzināties titānam un cirkonijam. Tātad arī meklēt to vajadzēja titāna un cirkonija minerālos. Pamatojoties uz Mendelejeva periodisko likumu, ķīmiķis D. Heveši un holandiešu fiziķis D. Kōsters, kuri strādāja Kopenhāgenā, jau pirmajā cirkoniju saturošajā minerālā, ko viņi pētīja — norvēģu cirkonītā, ar rentgena spektrālo analīzi atklāja jaunu elementu. Par godu Dānijas galvaspilsētas senajam nosaukumam — Hafnijai jaunatklāto elementu nosauca par hafniju. Pēc tam noskaidroja, ka hafnijs allaž ir cirkonija pavadoņš ne tikai dabiskajos minerālos, bet arī dažādos mākslīgi iegūtos preparātos. Keltijs turpreti izrādījās par jau zināmu retzemju grupas elementu maisījumu. Hafnija praktiskā izmantošana visai ierobežota, jo tas grūti izdalāms no dabiskajiem savienojumiem.

Hafnija un cirkonija ķīmisko īpašību līdzīgums un to grūtā atdalīšana izskaidrojama ar to, ka cirkonija un hafnija jonu rādiusi praktiski ir vienlīdzīgi.

Hafnijs ir divreiz smagāks par cirkoniju un kūst daudz augstākā temperatūrā (2210°C) nekā cirkonijs. Ne mazāk interesanta ir šāda kušanas temperatūru rinda: hafnija oksīds kūst 2800 , hafnija borīds — 3250 , hafnija nitrīds — 3310 , hafnija karbīds — 3890°C temperatūrā. Tieši tāpēc grūti kūstošo metālu, tai skaitā arī hafnija nitrīdi ir karstumizturīgo sakausējumu, ugunsturīgo materiālu, cieto materiālu, radio- un elektrotehnisko materiālu sakausējumu (bolometru, rezistoru, termokatodu) galvenā sastāvdaļa. Šo īpašību dēļ hafniju lieto elektrisko spuldžu kvēldiega izgatavošanai.

Būdam ķīmiskajā ziņā cirkonija dvīnis, hafnijs tomēr krasi atšķiras no tā ar savu reakciju attiecībā uz neitroniem. Ja tīrais cirkonijs bez jebkādiem šķēršļiem laiž cauri

neitronus, tad hafnijs ir nepārvarams šķērslis to ceļā. Taču šī atšķirība nevis šķir abus metālus-dviņus atomtehnikā, bet, gluži otrādi, tos vieno. Atomreaktorā tie visur ir kopā: cirkonijs kā urāna vai citas kodoldegvielas stieņa apvalks, hafnijs — kā neitronu palēninātājs un absorbētājs. Starp citu, pirmajā ASV atomelektrostacijā Šipingportā reaktora regulējošais stienis izgatavots no tīra hafnija.

ĶIRURGU METĀLS

73. Tantals — Tantalum (Ta)

Tantals grieķu mitoloģijā ir Zeva mīlākais dēls — dievu viltīgais ienaidnieks. Pielaisīts pie dievu mielasta, Tantals nolaupīja nektāru un ambroziju, izpauša dievu noslēpumus un, beidzot, gribēdams pārbaudīt, vai dievi visu zina, pacienāja tos ar ēdienu, kas bija izgatavots no viņa paša dēla Pelopsa. Par šo noziegumu dievi Tantalu sodīja ar mūžīgu slāpju un izsalkuma mokām. Viņam bija jāstāv līdz kaklam ūdenī zem koka, kura zari slīga zem gatavo augļu smaguma. Kreiz, kad Tantals, slāpju mocīts, vēra muti, lai padzertos, — ūdens aizplūda; kad izsalkumā viņš pacēla roku, lai norautu augli, zars ar augļiem noliecās sānis. Tā senais mīts apraksta «Tantala mokas».

150 gadu Britu muzejā Londonā glabājās neuzkrītošs minerāls tumšā, gandrīz melnā krāsā. No ogles gabala tas atšķīrās tikai ar savu ļoti lielo svaru, kā arī ar zeltainas vizlas dzīslīnām. Minerāla lielais svars saistīja ķīmiķa K. Hatčeta uzmanību, kurš aprakstīja neizpētīto minerālu kolekcijas. Analīze rādīja, ka minerālā ir dzelzs, skābeklis un vēl kāds nepazīstams elements. Par godu Amerikai, kur minerāls tika atrasts, to nosauca par kolumbītu, bet jaunatrastajam elementam deva vārdu kolumbijs. Minerālu pēc tam atkal... nolika kolekcijā. Tas bija 1801. g. Pēc gada ķīmiķis A. Ekebergs Skandināvijas pussalas minerālos atrada jaunu elementu, ko viņš nosauca par tantalu tāpēc, ka tā oksīds neizšķīda pat skābēs. Izpētījuši kolumbīta īpašības, daži zinātnieki arvien vairāk nāca pie pārliecības, ka kolumbijs un tantals cieši saistīti minerālā kolumbītā.

1844. g. pazīstamais vācu ķīmiķis H. Roze pierādīja, ka kolumbītā atrodas divi grūti atdalāmi elementi — niobijs

un tantals, kuri kopā atrodas arī minerālā tantalītā, mangāna un tantala, dzelzs un tantala savienojumā, kā arī dažos citos retos minerālos. Beidzot konstatēja, ka niobijs un tantals gandrīz vienmēr atrodas kopā un ka atdalīt tos ļoti grūti.

Tīrā veidā tantals ir tēraudpelēks, smags (blīvums — 16 g/cm^3), grūti kūstošs (kūst 3000°C temperatūrā) metāls. Tantals ir ne tikai ciets un reizē plastisks, bet tam piemīt arī platīna ķīmiskā noturība un to var deformēt tāpat kā zeltu, izvelmējot plānās plāksnītēs. Tantals nav izšķīdināms skābēs un to maisījumos. To neizšķīdina arī karaļūdens, kas «aprij» visus metālus. Uz tantalu iedarbojas tikai fluorūdeņražskābes un slāpekļskābes maisījums.

Tantals kļuva par platīna konkurentu, tas izrādījās neaizstājams ķīmiskās aparatūras izgatavošanā. Uzņēmumos, kuros izmanto gāzveidīgo hlorūdeņradi, aparātu detaļas, kas izgatavotas no nerūsējošā tērauda, tika pilnīgi sagrautas divu mēnešu laikā. Bet, tikko nerūsējošo tēraudu nomainīja ar tantalu, visplānāko detaļu ($0,3\text{--}0,5 \text{ mm}$) ekspluatācijas mūžs palielinājās līdz 20 gadiem. Nesen vēl tantalu lietoja kvēldiegu izgatavošanai elektriskajām spuldzēm, kuras tā arī nosauca par tantala spuldzēm. Patlaban tantalu aizstāj ar daudz lētākiem metāliem.

Vienā medicīnas nozarē — ķirurģijā tantals izrādījās pilnīgi neaizstājams. Tas izskaidrojams ar to, ka ķirurģijā visvairāk lietojamiem materiāliem brūču sašūšanai — zīdam un ketgutam¹ — piemīt vairāki nenovēršami trūkumi. Piemēram, ap zīda pavedienu audos veidojas masīvi infiltrāti, ketgutū ir visai grūti sterilizēt, tā uzsūkšanās laiks audos ir nenoteikts, un ir pierādījumi, ka tas organismam nav indierents. Tāpēc arī ķirurgi jau sen meklēja jaunus materiālus brūču sašūšanai, kaulu sastiprināšanai utt.

Taču samērā nesen veiktie pētījumi pierādīja, ka no ķīmiski tīra vara, alvas, dzelzs, svina, cinka, niķeļa, kadmija, alumīnija, sudraba, zelta un platīna tikai zelts un alumīnijs ir organismam gandrīz indierenti. Lielākā daļa metālu turpreti savu ķīmisko īpašību un elektrolītisko reakciju dēļ negatīvi iedarbojas uz audiem un uz visu organismu.

¹ Ketguta pavedienus izstrādā no siklopu zarnām. Tos lieto iekšēju brūču sašūšanai, un tie uzsūcas audos pēc 1—3 nedēļām.

Meklējumi turpinājās, bet tagad ķirurgi galvenokārt cerēja uz ķīmijas panākumiem tiro metālu — titāna, lantanīdu grupas metālu — iegūšanas sfērā, kuri nebija atraduši pielietojumu agrāk. Galu galā pūles attaisnojās. Konstatēja, ka tantals un dažī no nerūsējošajiem tēraudiem ir pilnīgi inerti un neizrāda elektrolītisku aktivitāti.

Lai gan tantalu pirmo reizi lietoja ķirurģijā 1922. g., taču plaši to sāka izmantot tikai 40. gados. Tas izskaidrojams ar to, ka tantala pastāvīgais piemaisījums — metāls niobijs pasliktināja tantala īpašības, bet ļoti tīru tantalu iemācījās iegūt tikai mūsu gs. 40. gados. Atšķirībā no citiem metāliem tīrajam tantalam piemīt brīnišķīga īpašība: iešūts dzīvajos audos (muskulos, kaulos), tas nekairina tos. Šis vērtīgās īpašības dēļ tantalu izmanto reparatorijā ķirurģijā. Tievu plāksnišu, stieplu, skrūvju un naglu veidā to lieto kaulu un plastiskajā ķirurģijā, kaulu šķembu sastiprināšanai, lai slēgtu spraugas galvaskausā un kaulos utt.

Pēc tam kad 1948. g. grupa padomju ārstu un inženieru konstruēja aparātu asinsvadu sašūšanai ar tantala skavām un līdzīgu ierīci šuvju uzlikšanai bronhiem, kuņģim, zarnām un citiem orgāniem, tantalu sāka plaši lietot klīnikā. Eksperimentālajā ķirurģijā, lietojot tantalu, kļuva iespējams risināt tādas problēmas, kuras vēl nesen uzskatīja par fantāziju.

Svarīga izejviela tantala un niobija iegūšanai ir kolumbītu saturošie granīti, kuru atradnes sevišķi lielas Ziemeļnigērijā (Džosas plato). ASV importē no Nigērijas cildotu rūdu un uzkrāj koncentrātus, jo uzskata tantalu par ļoti svarīgu stratēģisku metālu. Šai sakarībā kāds amerikāņu rakstnieks tēlaini izteicās: «... ja sakām, ka lidmašīnas būvē pie mums, uz mūsu teritorijas, tad tā ir fikcija, jo karstumizturīgos kausējumus lidmašīnām mums dod Āfrika.» Lūk, tas arī ir viens no amerikāņu intrigu iemesliem Kongo, Kamerunā un Nigērijā.

VISGRŪTĀK KŪSTOŠAIS METĀLS

74. Volframs — Wolfram (W)

Degošas elektriskās spuldzes kvēldiega temperatūra pārsniedz 2500°C. Lielākā daļa metālu tādā temperatūrā kūst, dažī virst un ātri izgaro. Šai gadījumā izlīdz

volframs — visgrūtāk kūstošais no visiem metāliem. Volframa kušanas temperatūra sasniedz 3410°C . Grūti pārvērtēt volframa nozīmi elektrisko spuldžu izgatavošanā, vēl vairāk tāpēc, ja ievērojam, ka visā pasaulē ik gadus izgatavo vairākus miljardus elektrisko spuldžu. Vairākus miljardus! Lai gūtu priekšstatu, ko nozīmē šis milzīgais skaitlis, jānorāda, piemēram, ka miljards minūšu ir vairāk nekā 19 gadsimti.

Ik gadus izgatavo miljardiem spuldžu, kuras, nokalpojūšas savu laiku, «iziet no ierindas» — pārdeg. Elektrisko spuldžu pārdegšanas iemesli ir vairāki, viens no tiem ir ķīmiska rakstura un ir atkarīgs no paša volframa īpašībām.

Volframa pārdegšana izskaidrojama ar to, ka ļoti grūti attīrīt no mitruma un skābekļa zīmēm slāpekli vai argonu, ar ko piepilda spuldzes balonu. Ja mitrums un skābeklis paliek balonā, spuldzes kvēldiegs, kas izgatavots no volframa, sairst. Šo procesu varam iedomāties šādi. Ūdens tvaika molekulas, saskardamās ar spuldzes kvēldiegu, ko strāva sakarsē līdz augstai temperatūrai, termiski tiek saskaldītas ūdeņradī un skābeklī. Skābeklis, savienojoties ar volframu, veido gaistošus oksīdus, kuri nosēžas uz spuldzes sienīnām. Spuldzes sienīņas, salīdzinot ar kvēldiegu, ir aukstas. Ūdeņradis, reaģējot ar oksīdiem, reducē volframu, kas paliek uz stikla, un, savienojoties ar skābekli, veido ūdens tvaikus. Tālāk process atkal atkārtojas. Tā lēnām, bet neatlaidīgi kvēldiegs sairst un volframs nosēžas uz spuldzes sienīnām, kuras ar laiku kļūst tumšas. Pakāpeniski spuldze kļūst blāvāka, kvēldiegs tievāks, kamēr pārtrūkst un iestājas spuldzes «nāve», kura vienmēr šķiet pēkšņa.

Volframa kvēldiega noārdīšanās process parastajās elektriskajās spuldzēs ierosināja amerikāņu firmu «General Electric» konstruēt neparastu kvēlspuldzi, kuras kalpošanas ilgums ir divreiz lielāks nekā parastajām spuldzēm. Šai spuldzei ir caurules veids, tā nav resnāka par zīmuli un ir 25 cm gara. Spuldzē ir kvēldiegs, kā arī joda tvaiki un sadrumstalotas volframa daļiņas. Ieslēdzot strāvu, jods reaģē ar volframu, veidojot volframa jodīdu. Saskaroties ar nokaitēto kvēldiegu, šis savienojums sadalās, veidojot jodu un volframu. Šādā reakcijā, kas notiek, iededzinot spuldzi, vienmēr rodas spilgtā gaisma.

Čuguna un tērauda gabala lūzumā varam atšķirt atse-

viškus kristālus. Dažkārt tie ir pietiekami lieli un tos var vienkārši saredzēt ar aci, biežāk tie ir sīki un ieraugāmi tikai mikroskopā. Bet vienmēr tādu kristālu ir daudz un, kā tādos gadījumos mēdz teikt, metāla gabalam ir sīkgraudaina struktūra. Pavisam citādi izskatās elektrospuldzes kvēldiegs: tas ir viens kristāls vai, kā tehnikā mēdz teikt, monokristāls (no grieķu vārda $\mu\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ «viens»). Daudz puļļu ziedojuši pētnieki, līdz atrada iespēju no volframa pulvera



rūpnieciskos apstākļos iegūt monokristālu gara, izstiepta pavediena veidā. To sasniedza zinātnieks Kulidžs 1910. g. Ja ievērojam, ka volframa kušanas temperatūra ir 3410°C , tad saprotams, cik grūti iegūt volframu tīrā veidā. Ar to arī galvenokārt izskaidrojams, kāpēc volframu, ko atklāja jau 1781. g. zviedru ķīmiķis K. Šēle un ko kopā ar piemaisījumiem izdalījuši 1783. g. brāļi d'Elujāri (d'Elhuyar), ieguva tīrā veidā tikai pēc 67 gadiem.

Volframs šķīst tikai divu skābju maisījumā: fluorūdeņražskābē un slāpekļskābē. Karaļūdenī notiek tikai volframa virspusēja lēna oksidēšanās.

Tāpat elektrospuldzes kvēldiegs ir volframa monokristāls, kas ir tikai dažas simtdaļas milimetra biezš. Mūsu dienās plaši lietotais kenotrona taisngriezis arī nevar darboties bez volframa. Kenotrona elektrodi, spirāle un plāksnīte izgatavoti no volframa. No volframa izgatavo arī spēcīgo rentgenstaru lampu antikatus.

Apskatiet pārtraucēja kontaktus uz magneto, kas uzstādīts traktora motorā. Tais vietās, kur simtiem reižu sekundē iedegas un nodziest elektriskā dzirkstele — uz pārtraucēja kontaktiem piestiprināta tieva volframa plāksnīte. Izmantojot jebkuru citu materiālu, dzinējs nevarētu tik ilgi strādāt: kontakti vienmēr «piedegstu», oksidētos un no kontaktējošās virsmas pastāvīgi vajadzētu notīrīt oksidēšanās produktus. Labi, ja kontaktus var notīrīt uz zemes, bet ko darīt, teiksim, gaisā, ja pēkšņi sāk «niķoties»

lidmašīnas motors? Arī šeit volframs izrādās neaizstājams.

Virpām ir griežņi, ar kuriem var apstrādāt detaļas tādā ātrumā, ka grieznis sakarst līdz sarkankvēlei, bet tomēr nedeformējas. Tas izskaidrojams ar to, ka griežņa asmens sastāvā ir arī volframa karbīds. Jau pirmajās piecgadēs tika izstrādātas metodes t. s. sevišķi cieto sakausējumu — pobedita, stellīta, «BK» u. c. iegūšanai. Šos ļoti cietos sakausējumus lieto, lai izgatavotu plāksnītes, ko lodē pie griežņa. Šī plāksnīte ir griezējinstrumenta darbīgā daļa.

Lai gan nosaukums «sevišķi cietie sakausējumi» ir plaši izplatīts tehniskajā literatūrā, tas tomēr neatbilst šo materiālu dabai. Tā saucamie sevišķi cietie sakausējumi ir ar kobaltu cementētu karbīda pulveru maisījums. Bez tam šos «sakausējumus» iegūst nevis sakausējot, bet ar aglomerāciju. Sevišķi cieto materiālu obligāta sastāvdaļa ir volframa karbīdi. Tādi sakausējumi satur 78—88% volframa, 6—15% kobalta un 5—6% oglekļa. Apstrādājot metālu ar ļoti lieliem ātrumiem, tie nezaudē cietību, pat sakarstot līdz 1000°C. Līdzīgs «sevišķi ciets sakausējums» nosaukts par «vidia» (no vācu *wie Diamant* «kā dimants»). Zināmā mērā tāds salīdzinājums ir pamatots: griežņu plāksnītes sekmīgi aizstāj dimantus urbja kronīšos, naftas un gāzes urbšanas darbos. Pēc cietības pobeditis ir līdzīgs dimantam, bet atšķiras no pēdējā ar to, ka nav tik trausls un ir daudz lētāks. Daudz volframa izlieto augstprocentīgā (50—80%) volframa un dzelzs sakausējuma iegūšanai. Ferovolframu lieto dažādām vajadzībām metalurģiskajā rūpniecībā.

Burtiskā tulkojumā vārds *volframs* nozīmē «vilka rīkle». Šī nosaukuma izcelšanās saistīta ar šādu parādību. Ja alvas rūdā atrodas savienojumi, kas satur volframu, iegūtās alvas daudzums ievērojami samazinās, jo volframs «aprij» alvu.

Minerāliem, kas satur volframu, ir liels svars. Vienu no šādiem minerāliem tāpēc nosauca par tungstenu — «smago akmeni». Francijā un Anglijā tā sauc pašu volframu.

Volframa ieguve pasaulē ik gadus palielinās.

ATRADUMS «TUKŠAJĀ» ZEMĒ

75. Rēnijs — Rhenium (Re)

1929. g. angļu firma griezās pie kādas tālās Sibīrijas rūpnīcas direktora ar priekšlikumu noslēgt neparastu tirdzniecības līgumu. Firma lūdza pārdot tai tukšus iežus — krāsaino metālu ražošanas atkritumus, no kuriem, liktos, rūpnīca jau visu ir «izspiedusi». Firmu nemulsināja lielais attālums. Desmitiem tūkstošiem tonnu «tukšas» zemes bija jātransportē cauri pusei Āzijas un visai Eiropai. Ārkārtīgi lielā interese par šiem atkritumiem izraisīja aizdomas. Rūpnīcas labākajiem ķīmiķiem bija uzdots rūpīgi izanalizēt «tukšos iežus», vai tajos nav palikuši reti elementi. Analīzi izdarīja, un ķīmiķi atrada iežos retu metālu, ko tikai pirms četriem gadiem bija atklājuši vācu ķīmiķi, Nodaku laulātais pāris. Par godu Reinas (latīņu valodā *Rhenus*) upei un Reinas provincei atklāto metālu nosauca par rēniju.

Starp citu, pazīstamais zinātnieks I. Druce, Čehoslovārijas Zinātņu akadēmijas goda loceklis, monogrāfijā, kas veltīta metāliskā rēnija atklāšanas vēsturei, rēnija ķīmiskajām īpašībām un lietošanai, pasvītro, ka uzskats par Nodaku neapstrīdamo prioritāti rēnija atklāšanā nav pilnīgi pamatots. Izrādās, ka pilnīgi neatkarīgi no Nodaku laulātā pāra, kas atklāja rēniju molibdenītā, I. Druce kopā ar F. Loringu izdalīja rēniju no piroluzīta. Bez tam I. Druce uzskata, ka kopā ar viņu rēnija atklāšanas gods pienākas arī čehu zinātniekiem J. Heirovskim un V. Doleižekam. Viņi konstatēja rēnija zīmes neattīrītos mangāna preparātos ar J. Heirovska izgudroto polarogrāfu. V. Doleižeks jauno elementu konstatēja ar rentgenogrāfisko izmeklēšanas metodi. Bez tam I. Druce atzīmē vēl, ka jau sen pirms Nodaku, Druces un Heirovska darbiem, krievu pētnieki R. Hermans (1846. g.) un S. Kerns (1887. g.) konstatēja jaunu elementu, kuram bija tādas pašas īpašības, kādas pēc tam atklāja rēnijam. Hermans nosauca šo metālu par ilmeniju, bet S. Kerns par godu slavenajam angļu ķīmiķim Dēvi — par dēviju. Jāpiebilst, ka, lai gan krievu zinātnieku atklājums tika nepelnīti aizmirsts, rēnija kvalitatīvo analīzi (caur rodanīda kompleksu), ko atklāja S. Kerns, izmanto analītiskajā ķīmijā vēl šobaltdien. Rēnija pastāvēšanu pareģoja jau D. Mendeļejevs

(1871. gadā); viņš nosauca jauno, 75. elementu par divmangānu (no sanskrita vārda *dvi* «divi»; par ekamangānu izrādījās tehnēcijs).

Rēnijs ir viens no vissmagākajiem (blīvums — 20,9 g/cm³) un grūti kūstošajiem (3170°C) metāliem, kas pēc ārējā izskata atgādina platīnu. Rēnija īpašības izrādījās ārkārtīgi vērtīgas elektrotehniskajai rūpniecībai. Tā, piemēram, sakarstot līdz 1500°C temperatūrai, tas gandrīz nemaz nesavienojas ar skābekli un nesairst. Rēnijs šķīst tikai slāpekļskābē. Pat koncentrētā sērskābē rēnijs šķīst ļoti lēni. Uz tiro rēniju neiedarbojas sālsskābe un fluorūdeņražskābe, un, pat rēniju vārot šais skābēs, tas neizšķīst. Metāliskais rēnijs nav aizstājams elektropuldžu kvēldiegu izgatavošanā, tie kalpo daudz ilgāk par volframa kvēldiegiem. Ar to arī izskaidrojama angļu firmas liela interese par Sibīrijas rūpnīcas rēniju saturošajiem atkritumiem. Vienīgais šķērslis rēnija plašai izmantošanai ir grūtības, ar kādām to iegūst. Minerālos, kas satur rēniju, piemēram, molibdenītos, kas visbagātāki ar rēniju, tā daudzums nepārsniedz dažus gramus vienā tonnā rūdas. Turklāt tīrais minerāls molibdenīts gandrīz vienmēr par 80—90% atšķaidīts ar tukšu iezī. Tad arī aprēķiniet, cik daudz jāpārstrādā rūdas, kas satur rēniju, lai iegūtu vienu gramu metāla.

Rēnija ražošana sevišķi plaši sāka attīstīties pēc 1930. gada Vācijā. To veicināja tas apstāklis, ka Vācijā atrada molibdenītus, kas saturēja daudz rēnija (līdz 100 g 1 t). 1930. g. visā pasaulē ražoja tikai ... 3 g rēnija! Bet pēc 10 gadiem, 1940. gadā, tikai Vācijā vien ražoja jau 200 kg rēnija. Pavisam maz! Salīdzināšanai norādīsim, ka vienā gadā iegūst vairākus simtus tonnu zelta. Pat pamatojoties uz pašreizējo zināšanu līmeni un daudzajiem paņēmieniem, uzdevums iegūt tādas izklieģētus elementus, ir visai sarežģīts. Parasti izejvielu iepriekš sagatavo, cildojot to pēc flotācijas metodes. Flotācijas procesu tēlaini varam aprakstīt šādi: skatītāju pūli (tukšais iezis) atrodas gaisa kuģotājs (minerāls), kam jāatdalās no pūļa. Gaisa balona lomu izpilda gaisa burbulītis ar eļļas apvalku (flotācijas reaģents). Par tauvu kalpo samitrināšanas spēki, kas pielīmē minerālu pie gaisa balona eļļas burbulīša. Procesu regulētājs ir laiks (ūdens šķīdinājuma raksturs), kādā notiek pacelšanās. Lielais skaits burbu-

lišu ar minerāla kriptiņām ir flotācijas gala produkts — koncentrāts.

Lai gan rēnijs ir brīnišķīgs materiāls termopāru (ierīce temperatūras izmērišanai), elektrodu, pildspalvu uzgaļu, kompasa rādītāju balstu un citu detaļu izgatavošanai, nozarēs, kur vajadzīga ļoti liela stabilitāte, cietība un nodilumizturība, tomēr to izmanto vēl visai maz, jo šī metāla izejviela ir ļoti dārga un to iegūst ierobežotos daudzumos.

Pēdējā laikā rēniju sāka lietot arī raķešu tehnikā; tāpēc, neraugoties uz lielajām iegūšanas grūtībām, rēnija ražošana ik gadus pieaug. 1960. g. ASV vien ražoja 5 t rēnija, tikpat daudz rēnija ieguva pārējās kapitālistiskajās valstīs.

Jānožēlo, ka dabā tik maz rēnija. No zemes garozas kopīgā atomu skaita rēnijs aizņem tikai deviņas miljarddaļas procenta ($9 \cdot 10^{-9}$).

METĀLS — SMAGSVARS

76. Osmijs — Osmium (Os)

Pamēģiniet aprēķināt, kādu ceļa gabalu noskrien jūsu pildspalvas smailais gals, aprakstot burtnīcas 12 lapas. Tas būs atkarīgs no burtu lieluma, rakstīšanas veida, vārdu sakot, no rokraksta. Vidēji šis ceļa garums ir apmēram 150—250 m. Ceturtdaļa kilometra — diezgan garš ceļš. Tagad iedomājieties, kādu berzi šai garajā ceļa posmā iztur jūsu spalvas gals: visu laiku papīrs taču nepārtraukti slīpē spalvu. Tiesa, tas nav smilšpapīrs, nedz kvarca smiltis un pat ne saberzts ķieģelis, bet tomēr ceļš ir garš un slodze pamatīga. Tātad spalvas galam arī jābūt ārkārtīgi cietam. Ne katram metālam un ne katram sakausējumam ir nepieciešamā cietība. Sevišķi derīgs šim nolūkam ir osmija sakausējums ar irīdiju. Šo sakausējumu lieto arī, lai izgatavotu kompasa adatas — asis, uz kurām griežas kompasa rādītāji.

Osmija brīnišķīgā īpašība ir tā svars. Osmijs ir vis-smagākais metāls uz zemes. Osmija blīvums ir $22,6 \text{ g/cm}^3$, t. i., tas ir divreiz smagāks par svinu un gandrīz trīsreiz smagāks par dzelzi.

Tīrs osmijs ir zilganpelēkā krāsā, grūti kūstošs (2700°C), ciets, bet trausls metāls. Osmijs ir tik trausls, ka to var



dzelzs piestiņā sasmalcināt pulverī, kura krāsa būs zilganmelna, bet nevis gaišpelēka kā lielākajai daļai metālu. Osmija pulverim ir vēl viena brīnišķīga īpašība — gaisā tas, lai gan lēni, taču jau parastajā temperatūrā savienojas ar skābekli, pie kam viens osmija atoms pievieno četrus skābekļa atomus, t. i., izrāda visaugstāko vērtību (8), veidojot osmija tetraoksīdu.

Astoņvērtīgā osmija oksīds kūst $40,6^{\circ}\text{C}$ temperatūrā, bet $131,2^{\circ}\text{C}$ temperatūrā virst, veidojot tvaikus, kas stipri kairina gļotādu. Osmija tetraoksīda tvaiki ir sevišķi kaitīgi acīm un var izraisīt aklumu. Tiem ir specifiska smaka. Daži pētnieki to salīdzina ar sapuvušu rutku smaku.

Savdabīgās smakas dēļ šis elements dabūjis arī savu nosaukumu ($\delta\sigma\mu\eta$ grieķu valodā nozīmē «smaka», «smakojošais»). Interesi izraisa osmija tetraoksīda brīnišķīgā īpatnība — tā lielā šķīdība organiskos šķīdinātājos, salīdzinot ar ūdeni. Glāzē ūdens istabas temperatūrā izšķīdinās tikai 14 g osmija tetraoksīda, turpretī vienā glāzē oglekļa tetrahlorīda tādos pašos apstākļos — vairāk nekā 700 g.

Lai gan osmiju izolēja jau 1804. g. angļu ķīmiķis S. Tennants, tomēr līdz šim tas vēl netiek pietiekami plaši lietots. Kādu laiku to izmantoja elektropuldžu kvēldiegu izgatavošanai, medicīnas praksē, mikroskopisku preparātu izgatavošanai, audu tauku ieslēgumu mikroskopiskajiem izmeklējumiem. (Tauku ieslēgumi, reaģējot ar osmija tetraoksīda ūdens šķīdumu, kļūst tumši un labi saredzami.)

Acīmredzot šim elementam visa nākotne vēl priekšā.

PARĪZES MERIDIĀNA GLABĀTĀJS

77. Irīdijs — Iridium (Ir)

Irīdijs ir tikpat smags kā osmijs. Irīdija blīvums — $22,5\text{ g/cm}^3$, bet kušanas temperatūra — 2454°C . Vairākas ķīmiskas īpašības irīdiju tuvina rutēnijam, pallādijam,

osmijam un sevišķi rodijam. Bet tam piemīt arī dažas īpatnības; vienai no tām bija izšķiroša nozīme, kad jaunatklātajam elementam bija jādod nosaukums. Irīdija sāļiem ir dažādas nokrāsas. Šo spilgti krāsaino savienojumu dēļ jaunais elements irīdijs, ko 1804. g. atklāja angļu ķīmiķis S. Tenants, dabūjis savu nosaukumu (ιριδιος «varavīksne», «varavīksņains»).

Modernajā tehnikā, zinātniskās pētniecības un ražošanas laboratorijās ļoti svarīgu nozīmi ieguvusi augstu temperatūru izmērīšana. Temperatūras mērīšanai ir dažādi aparāti un metodes. Par vienu no šādiem aparātiem, kas saistīts ar irīdija izmantošanu, mums gribētos pastāstīt.

Ja divas dažādu metālu stieplītes sakausē ūdeņraža liesmā un karsē sakausējuma vietu, tad ķēdē plūst elektriskā strāva. Šādu dažādu vadītāju sistēmu sauc par termopāriem. Minētajam metālu pārim, no kuriem izgatavotas stieplītes, elektrodzinēj spēks ir jo lielāks, jo augstāka ir sakausējuma vietas temperatūra. Izraugoties metālus ar zināmu kušanas temperatūru, var sastādīt atkarības sistēmu starp izmērāmo temperatūru un elektrodzinēj spēku. Kombinācijā ar galvanometru, kas ieslēgts ķēdē, termopāri sauc par termoelektrisko pirometru (no grieķu vārdiem πῦρ «uguns», μέτρον «mēru»). Sprototams, ka ar termopāri, kas izgatavots no vara un dzelzs, nevar izmērīt temperatūru, kas pārsniegs vieglāk kūstošā metāla kušanas punktu; šai gadījumā visvieglāk kūstošais metāls ir varš. Bet kādu termopāri izraudzīties, ja izmērāmā objekta temperatūra būs augstāka par vara kušanas temperatūru? Visbiežāk lieto platīnu (precīzāk — platīna sakausējumu ar rodiju), irīdija sakausējumu ar rutēniju, kā arī ar rodiju.

Rodas jautājums: kāpēc tad nelietot vienkārši platīnu un, piemēram, rodiju? Kāpēc izgatavo otru stieplīti nevis no tīra metāla, bet no sakausējuma? Rakstā par platīnu pastāstīsim par dažām tā īpašībām, bet tagad, aizstēdzoties priekšā, atzīmēsim, ka platīns ir metāls, kas samērā mīksts un plastisks. Irīdija raksturojums ir pretējs — tas ir ārkārtīgi ciets, bet trausls. Irīdija un platīna sakausējumam ir vidējas īpašības: tas ir pietiekami ciets un nav trausls; sakausējuma tievā stieplīte nelūst. Platīna piemaisījums irīdijam ļoti stipri palielina tā ķīmisko noturību un, kas ir sevišķi svarīgi, samazinādams termisko izplešanos, ievērojami palielina sakausējuma

kušanas temperatūru. Tas dod iespēju izmantot līdzīgus termopārus tādu temperatūru mērīšanai, kurās citas ierīces ir mazāk stabilas.

Ar irīdija palīdzību nosaka identiskumu starp pieņemtajiem starptautiskajiem garuma mēriem. Tiešām, Vladivos-tokā izgatavotā lineāla iedaļām jābūt tikpat garām kā tā dubultnieka iedaļām, kurš izgatavots Rīgā, Odesā vai jebkurā citā vietā, citādi var būt lielas nepatīkšanas: teiksim, izgatavos kādu detaļu mašīnai, lietojot vienu lineālu, nosūtīs detaļu uz citu pilsētu, bet izrādīsies, ka detaļai nav tādu izmēru, kā rāda otrais lineāls! Jūs taču piekritīsiet, ka tas draud ar lielām nepatīkšanām. Tātad iedaļām uz lineāliem jābūt stingri vienādām, lineāliem jābūt izgatavotiem pēc viena parauga. Tādam etalonam — paraugam jābūt obligātam ne tikai vienai pilsētai vai valstij, bet visām mūsu planētas valstīm un pilsētām. Tāds kopīgs paraugs ir! Tas ir t. s. metra etalons, kas glabājas Parīzē. Etalona garums vienlīdzīgs Parīzes meridiāna ceturtdaļas vienai desmitmiljondaļai. Šī garuma mēra vienība ieviesta Francijā kopš 1793. g. 31. jūlija. Pirmais etalons bija izgatavots 1799. g. no platīna, un uz tā bija pravietisks uzraksts: «Visiem laikiem, visām tautām». Metrs tiešām kļuva par visizplatītāko garuma mēru uz zemeslodes.

Tomēr pēc tam izrādījās, ka Parīzes metra etalons nemaz nav tik precīzs. Tā izgatavošanu nevarēja neietekmēt mērīšanas kļūdas un neprecīzais priekšstats par zemes formu. Tāpēc speciālistu konference, kas bija sasaukta 1870.—1872. gadā, nolēma atteikties no «dabiskajiem» garuma mēriem un par mēra vienību pieņemt Parīzes metru jeb, kā to sāka saukt, «arhīva» metru. Izgatavoja 31 šī metra prototipu. Šie prototipi, no kuriem viens (Nr. 6) kļuva par starptautisko metra etalonu, bija izgatavoti no tolaik visizturīgākās vielas — platīna un irīdija sakausējuma. Pēc izlozes tos izdalīja valstīm, kas bija pasūtījušas garuma etalonus.

Par garuma mēra vienības etalonu Padomju Savienībā ar likumu pieņemts metrs ar zīmi «28» (starptautiskā etalona 28. prototips). Tas glabājas, ievērojot visus piesardzības pasākumus, Vissavienības D. Mendeļejeva Metroloģijas zinātniskās pētniecības institūtā.

Mūsu valstī ir Mēru un svaru galvenā palāta. 20. gs. sākumā šo iestādi vadīja D. Mendeļejevs, kam ir ļoti lieli

nopelni metriskās sistēmas izplatīšanā un nostiprināšanā. Krievijā metru atļāva lietot, sākot ar 1899. g., bet tā lietošana nebija obligāta. Ar KPFSR TKP 1918. g. 14. septembra dekrētu Krievijas republikas teritorijā ievada mērišanas metrisko sistēmu un metrs kļuva par obligātu mēra vienību.

Sākot ar 1963. g. 1. janvāri, Padomju Savienībā kā ieteicamāku atzina Starptautisko sistēmu (SI), ko pieņēma visā pasaulē pēc Mēru un svaru 10. un 11. ģenerālās konferences lēmuma. Šai sistēmā par garuma vienību pieņemts metrs, kura garums vienlīdzīgs 1650763,73 gaismas viļņu garumiem, ko vakuumā izstaro kriptonā-86 atoms, ja tajā notiek noteikta elektronu pāreja (no līmeņa $2p_{10}$ uz līmeni $5 d_5$).

Iridijs vērtīgs tikai tīrā veidā vai sakausējumos ar citiem metāliem. Tā sāļiem, lai cik skaisti arī būtu to šķīdumi ūdenī un citos šķīdumos, nekādas praktiskas nozīmes nav.

Arī kontroles kompasu rādītāju balstu smailes, dažus svarīgus instrumentus nereti pagatavo no irīdija un platīna sakausējuma. Irīdija un osmija sakausējumus, kuri ir ļoti cieti, kā arī izturīgi pret berzi, lieto precīzu ierīču un pulksteņu mehānismu asu izgatavošanai.

Jāatzīmē, ka minerālus, kas satur visvairāk irīdija, atrada Urālos; pēc pirmajām atrašanās vietām tos nosauca par sisertskītu (pēc Sisertas rūpnīcas) un ņevjanskītu (pēc ņevjanskas pilsētas).

ĶĪMISKO LABORATORIJU METĀLS

78. Platīns — Platinum (Pt)

Lai cik bēdīgi tas arī izklausītos, puse šī brīnišķīgā metāla ieguves, kaut gan metāls ļoti nepieciešams laboratorijās un rūpnīcās, tiek izlietota greznuma priekšmetiem. Tā, piemēram, ASV par pēdējo modes kļedzienu kļuvas acenes masīvā platīna ietvarā. Miljonāres, kas diendienā zaudē vai prātu, juvelieriem pasūta platīna ķēdītes saviem miluļiem suniņiem un būrišus dresētiem papagaiļiem, bet vecuma nespēkā nikulīgie naftas, gaļas un dažādi citi karaļi ieliek sev platīna zobus. Ja vēl piemetina, ka platīna ieguve visā pasaulē nepārsniedz 20 tonnas gadā, bet, lai iegūtu vienu gramu platīna, jāpārstrādā

vesels vagonš rūdas (platīns ļoti reti sastopams tīrradņa veidā), tad kļūst skaidrs, cik neļēdzīga ir šī izšķērdība modes dēļ.

Platīns ir ļoti dārgs, jo tā rūdas satur maz metāla, bez tam nav arī plašu atradņu, tāpēc platīna praktiskā izmantošana ir stipri ierobežota.

Pēc ārējā izskata platīns ne ar ko sevišķi neizceļas. Tas ir balts metāls ar pelēki matētu mirdzumu, ļoti labi stiepjams (šai ziņā tas līdzīgs zeltam), blīvs ($21,5 \text{ g/cm}^3$), tā kušanas temperatūra — 1774°C . Platīns ir ārkārtīgi noturīgs pret visaugstākajām temperatūrām, tāpēc ar pilnām tiesībām to varam nosaukt par ķīmisko laboratoriju metālu. Tā kā tīrradņu platīns parasti ir kopā ar tīrradņu zeltu, tas atrasts un to mācēja apstrādāt jau senatnē. Piemēram, seno ēģiptiešu platīns pazīstams jau kopš XVIII dinastijas, t. i., 1500 gadu pirms m. ē. 17. gs. spāņu iekarotāji, to spāņu pēcteči, kas E. Kortesā vadībā izpostīja acteku valsti, Platīno del Pino upes (Kolombijā) krastos atrada jaunu metālu. Metāla nosaukums «platīns» ir pamazināmā forma no spāņu vārda *plata* «sudrabs». Tīrradņa veidā platīnu atrod ne tikai Amerikā (Brazīlijā, Kolumbijā), bet arī Dienvidāfrikas Republikā. Mūsu zemē Urālos galvenās platīna atradnes (Nižņijtagilas masīvā) atklāja 1892. g. A. Inostrancevs. Tiesa, izklīdētas platīna atradnes, kurās tas bija piemaisījums ar tīrradņa zeltu, atklāja jau agrāk, 1819. g. Verhisetskā rajonā, bet slavētais ģeogrāfs Aleksandrs Humbolts, kas 1829. g. apmeklēja šos Urālu rajonus, par krievu platīna izmantošanu savā atskaitē nemin ne vārda.

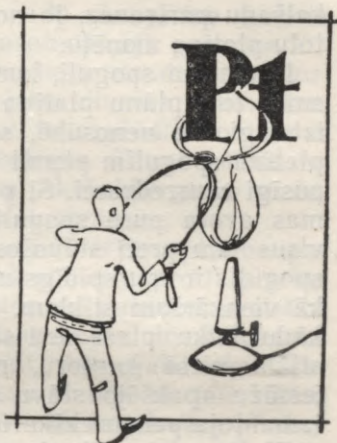
Tīrradņa platīns sastopams atradnēs gan mazu graudiņu veidā, gan kā atsevišķi gabali ar 30—50 mm šķērsgriezumu. Lieli platīna tīrradņi ir retums. Vislielākais platīna tīrradnis, kas jebkad atrasts, svēra 9,6 kg. 1961. g. Urālu kalnu grēdas austrumu nogāzē vienā no Isas raktuvēm atrada dažus platīna tīrradņus. Vislielākais svēra 806 g, septiņi citi tīrradņi svēra no dažiem desmitiem gramu līdz septiņdesmit gramiem.

Tīrradņa platīns gandrīz nekad nemēdz būt tīrs. Parasti tīrradnis ir platīna grupas¹ metālu un dzelzs (daž-

¹ Grupa metālu, kuriem ir vairākas līdzīgas fizikālas un ķīmiskas īpašības, kas tuvas platīna īpašībām (rutēnijs, rodijs, pallādijs, osmijs, irīdijs).

kārt vara, zelta, alvas, niķeļa) ciets šķīdums. Šķīdinātāja loma šeit ir platīnam. Tā, piemēram, platina tīr radņos, kas atrasti Avrorinskas raktuvēs (Urālos), ir 80—85% platina. Pārējos 15—20% veido irīdijs, osmijs, rutēnijs u. c., kā arī dzelzs. Gandrīz tīri platina tīr radņi atrasti Brazīlijā.

Platīnu un citus platīna grupas metālus atrod metāliskajos meteorītos. Procentuāli visos šajos metālos visbiežāk un visvairāk ir platina. Dažos dzelzs meteorītos ir līdz 100 g platīna tonnā.



Bija laiks, kad platīnu uzskatīja par nederīgu metālu.

Dienvidamerikas iekarotāji ievada Spānijā ļoti daudz platīna un pārdeva to lētāk par sudrabu. Bet spāņu juvelieri, atklājuši, ka platīna un zelta sakausējumam ir liels īpatnējais svars, nolēma izmantot platīnu viltotu zelta monētu izgatavošanai. Uzzinājusi par viltojumiem, spāņu valdība izdeva pavēli iznīcināt visas platīna rezerves un lielu daudzumu metāla nogremdēja jūrā.

Platīna īpašības pirmo reizi aprakstīja Tartu universitātes profesors F. Gīze savā kapitālajā darbā «Vispārīgā ķīmija skolēniem». Platīnu un tā iegūšanu sīki izpētīja krievu ķīmiķis Pēterburgas Kalnrūpniecības kolēģijas viceprezidents, krievu un daudzu ārzemju zinātņu akadēmiju goda loceklis A. Musins-Puškins. Šo darbu turpināja P. Soboļevskis un V. Ļubarskis.

Platīna lietņu iegūšanas rūpniecisko metodi izstrādāja franču zinātnieks A. Senklērs-Devils (1859. g.).

Platīnam ir teicama ķīmiska noturība, tāpēc to plaši izmanto ķīmijā lietojamo trauku (tīģeļu, bļodiņu, standziņu uzgaļu, degļu uzgaļu, analizēm paredzēto elektrodu), kā arī ķīmiskās rūpniecības aparātūras izgatavošanai. Platīna trauki labi vada siltumu; skābes, izņemot karaļūdeni, uz to neiedarbojas.

No 1828. līdz 1839. g. Krievijā bija apgrozībā platīna monētas 3, 6 un 12 rubļu vērtībā. Izlaida 1 miljonu 400 tūkstošus monētu, kas svēra vairāk nekā 20 t. Tālāko

kalšanu pārtrauca, jo no ārzemēm sāka ievest daudz vil-
totu platīna monētu.

Ir platīna spoguļi, kurus gatavo, uzklājot uz stikla vir-
smas ļoti plānu platīna kārtiņu. Platīna spoguļi ir ļoti
izturīgi, tie nenosūbē, sniedz tīru attēlu, bet, galvenais,
platīna spogulim piemīt brīnišķīga īpatnība — tie ir vien-
pusīgi caurredzami. Šī parādība izskaidrojama šādi: gais-
mas avota pusē spogulis nav caurspīdīgs un atspoguļo
visus tam pretī stāvošos priekšmetus, turpretī ēnas pusē
spogulis ir caurspīdīgs un tam var tikpat labi redzēt cauri
kā vienkāršam stiklam. Šīs īpatnības dēļ platīna spoguļi
kādu laiku plaši ieviesās ASV. Platīna spoguļus lika
stikla vietā kantoru, mašīnrakstīšanas biroju un citu
iestāžu apakšējo stāvu logos, kā arī dzīvojamās telpās,
izmantoja par priekšskariem un ekrāniem.

Platīnam ir vēl viena vērtīga īpašība: tam ir vienāds
termiskās izplešanās koeficients ar stiklu, tāpēc platīnu
var labi iekausēt stiklā. Tas ļoti svarīgi visādu stikla
ierīču izgatavošanā.

Svarīga nozīme platīnam ir arī temperatūras mērīšanas
aparātu izgatavošanā. Par vienu šādu aparātu — ter-
mopāri ar galvanometru jau minējām iepriekš (sk. «Iri-
dijs»), bet ir arī t. s. pretestības termometri. Šādu termo-
metru darbības princips pamatojas uz platīna spēju mai-
nīt (palielināt) elektrisko pretestību stingri atkarīgi no
temperatūras paaugstināšanās. Ja platīna stieplīti pieslēdz
aparātam, kas reģistrē pretestības izmaiņas, tad šāds apa-
rāts precīzi atzīmēs temperatūras izmaiņas. Aparāta skalu
iedala grādos.

Līdz pēdējam laikam platīnam bija svarīga nozīme māks-
slīgo šķiedru ražošanā. Mākslīgos pavedienus iegūst, iz-
spiežot šķīdinājumu vai izkausējumu caur speciālu disku
vai vāciņu, kurā ir daudz sīku caurumiņu (dīžu). Šo
disku sauc par filjēru jeb vērējamo dīzi. Lai izgatavotu
šādus diskus, kuriem jābūt grūti kūstošiem un izturīgiem
pret koroziju, līdz pēdējam laikam izlietoja lielu dau-
dzumu platīna, un tikai samērā nesen (kopš 1962. g. jan-
vāra) tērauda filjēru sekmīgie izmēģinājumi deva iespēju
viskozēs šķiedru ražošanā platīna vietā lietot daudz lētāku
materiālu.

Platīns ir juvelieru iemīļotākais metāls. Juvelieri pla-
tīnu lieto zelta apdarei.

No platīna izgatavots V. I. Ļeņina bareljefs PSRS aug-

stākā ordeņa — Ļeņina ordeņa vidū. Ar pirmo Ļeņina ordeni tika apbalvota avīze «Komsomolskaja pravda».

Irdenais, porainais platīns sorbē lielu daudzumu gāzu. Ar šo brīnišķīgo īpašību izskaidrojams dīvains fakts: gāze, kas ieslēgta platīna traukā, sildot to, izplūdis no tā pat tad, ja trauks būs hermētiski noslēgts. Tāpat kā ūdens iztek caur sīku sietu, ūdeņraža vai skābekļa gāzes molekulas izspiežas caur platīna vielas struktūru.

Mēs minējam daudz interesantu un vērtīgu platīna īpašību, neminot pagaidām pašu galveno un, proti: platīns ir viens no aktīvākajiem katalizatoriem dažādos ķīmiskos procesos. Ļoti svarīgs katalītisks process ir amonjaka oksidēšana slāpekļskābes iegūšanai. Amonjaka oksidēšanas aparāta galvenā daļa ir biezs sietiņš ar ļoti sīkām acīm (līdz 5000 acu 1 cm^2); tas ir pīts no tievām platīna stieplītēm, atgādina smalku audumu un ir tikpat mīksts kā viegls zīds. Amonjaka un gaisa maisījums viesuļa ātrumā traucas (tiek izpūsts) caur sietiņu, pārvēršoties slāpekļa oksīda un ūdens tvaikos. Izšķīdinot slāpekļa oksīdu ūdenī, rodas slāpekļskābe.

Krievu slāpekļskābes rūpniecības pamatlicējs I. Andrejevs, kas veicis plašu zinātniskās pētniecības darbu, lai noskaidrotu dažādu katalizatoru ietekmi uz amonjaka oksidēšanu, pievērsa uzmanību platīnam, ieviešot to slāpekļskābes iegūšanas rūpnieciskajā praksē.

Plosījās pirmais pasaules karš. Kauju laukos sprāga lādīņi, bumbas un mīnas, bet dziļajā aizmugurē drudzaini strādāja fabrikas, lai ražotu metālu, munīciju, sprāgstvielas. Sprāgstvielu ražošanai bija nepieciešams arvien vairāk un vairāk slāpekļskābes, jo katra kilograma sprāgstvielu izgatavošanai bija jāizlieto vairāk nekā 2 kg skābes. 1916. g. krievu armija ik mēnesi izlietoja 6400 t sprāgstvielu. Visas karojošās valstis asi izjuta slāpekļskābes ražošanai nepieciešamo izejvielu trūkumu, bet tās bija atrodamas tikai Dienvidamerikā (Čilē).

Tāpēc visas valstis drudzaini meklēja jaunus veidus un jaunu izejvielu slāpekļskābes izgatavošanai. Viens no slāpekļskābes veidiem ir amonjaks, ko satur koksa ražošanas atkritumi. Lai pārvērstu amonjaku slāpekļskābē, tas jāoksidē. Zinot, ka amonjaks oksidējas platīna klātbūtnē, I. Andrejevs projektēja rūpnīcu, ko drīz vien uzcēla Donbasā un kas sāka strādāt 1917. g.

Dažādie ķīmiskie savienojumi, kuru sastāvā ietilpst

platīns, pagaidām netiek plaši izmantoti (dažus lieto analītiskajā ķīmijā kālija daudzuma noteikšanai). Taču šo savienojumu izpētīšana deva lielu ieguldījumu ķīmijas teorijā. Platīna savienojumus vispilnīgāk izpētījuši krievu zinātnieki L. Čugajevs, I. Čerņajevs un O. Zvjagincevs.

Kā rādīja pētījumi, uzskats, ka platīna mijiedarbība ar gaisa skābekli nav iespējama, izrādījās maldīgs. Piemēram, istabas temperatūrā uz platīna veidojas ļoti plāna plēvīte (apmēram 30 Å), kas izgaist, vāji sildot vakuumā.

CILVĒKU SVIEDRU, ASARU UN ASIŅU METĀLS

79. Zelts — Aurum (Au)

Visā cilvēces vēsturē iegūts 50 000 t zelta, t. i., vidēji 10 t katrā uzrakstītās vēstures gadā.

Gan šķiet, ka tas tik mazums,
Bet cik gan ļaužu rūpju, viltus daudz
Un asaru, un lūgšanu, un lāstu
Kā svarīgs liecinieks tas atgādina.

A. Puškīns. Skopais bruņinieks.

Tiešām! Ar kādiem gan līdzekļiem ir iegūts zelts! Cik daudz dažādu noziegumu pastrādāts, lai iegūtu šo metālu! Kādas gan nekrietnības cilvēki izdarījuši zelta dēļ un cik zemu viņi krituši savā alkainajā zelta kārē! Cik daudz gaišu, drošsirdīgu cerību un cilvēku dzīvību gājis bojā šī metāla dēļ!

Vairāk nekā puse no visa uz zemes iegūtā zelta guļ dziļās, betonētās apakšzemes kamerās, klusumā, aiz daudzu tonnu smagām monolitām tērauda durvīm, ko dienu un nakti sargā automātiska signalizācija.

ASV zelta glabātava — noslēpumainais forts Nokss — apjots ar piecām kārtām dzeloņstieplu, kurās plūst strāva ar 5 kV spriegumu. Desmit ar vismodernāko radio un elektronisku novērošanas aparāturu apgādātu sargtorņu apsargā tālās pieejas fortam. Torņi apbruņoti ar ložmetējiem, ātršāvējiem lielgabaliem, kas automātiski notēmējas uz mērķi. Forts iedalīts sektoros, kuros iekārtoti applūdināmi nodalījumi. Forta telpas nedaudzās minūtēs var piepildīties ar indīgu gāzi, kas ātri iznīcina dzīvību. Forta centrā speciālā dzelzsbetona blokā, ko hermētiski noslēdz 20 t smagas durvis ar elektromagnētiskām bultām, glabājas amerikāņu imperiālisma zelts.

Tā ir! Ja sviedri, asins, asaras,
Kas izlietas par visu, ko šeit glabā,
No zemes dzilēm pēkšņi sāktu plūst,
Tad būtu grēku plūdi klāt un es
Sais drošās velvēs nosliktu.

A. Puškins. Skopais bruņinieks.

Bet asinis un asaras neizplūst zemes virspusē. Apakšzemes forta sienas ir biezas un necaur laidīgas. Un zelts, kas guļ forta nodalījumos, vēl joprojām ir visas cilvēces daudzumu nelaimju cēlonis. Dolāri, kuru segums nodrošināts ar zelta stieņiem, kas glabājas apakšzemes seifos, uztur amerikāņu imperiālisma bāzes, spiegošanas centrus, lielu skaitu apbruņotu algotņu, sākot ar vienkāršiem slepkavām un beidzot ar Pentagona ģenerāļiem.

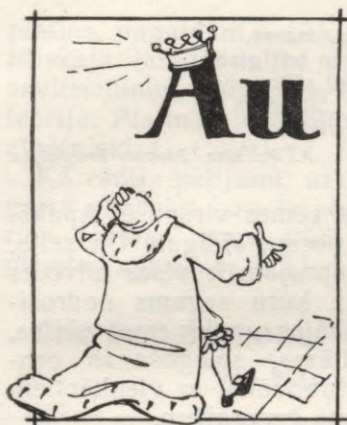
Tāda vispārīgos vilcienos ir viena no zelta mūsdienu biogrāfijas lappusēm.

Bet, lūk, dažas lappuses, kuras stāsta par mūsu Dzimtenes tautai piederošā zelta likteni.

Krievu zelts, ko grūtos apstākļos Sibīrijā ieguva nezināmu zelta meklētāju paaudzes, izsūtītie dekabrīsti, uz mūžu katrogā notiesātie narodovoļci un izsūtītie revolucionāri, glabājās Kazaņas pilsētā. Atrazdamās dziļi valsts iekšienē, tālu no nākotnes karu iespējamām frontes līnijām, teicamiem transporta sakariem saistīta ar Maskavu un Pēterburgu, Kazaņa bija visdrošākā vieta zelta krājumu glabāšanai. Tāpēc Kazaņas bankas noliktavas bija plašas un ļoti labi iekārtotas.

1917. g. 27. decembrī pēc dekrēta par banku nacionalizāciju zelts, kas glabājās Kazaņā, kļuva par visas tautas īpašumu. Taču ekspluatatoru šķiras, ko bija gāzusi Oktobra revolūcija, nikni pretojās. Padomju varai bija jācīnās ar lieliem ārzemju interventu un iekšējās kontrrevolūcijas spēkiem.

1918. g. 7. augustā pēc niknām cīņām, neraugoties uz Sarkanās Armijas varonīgo aizstāvēšanu, Kazaņu ieņēma baltgvardi. Zeltu, kas glabājās Kazaņas bankas apakšzemes seifos, sagrāba iebrucēji un steidzīgi aizsūtīja to uz Volgas apgabala kontrrevolūcijas galvaspilsētu — Samāru. No Samāras piecos ešelonos iekrauto zeltu caur Ufu izveda uz Omsku un nodeva admirāļa Kolčaka rīcībā, kurš pēc Antantes imperiālistu gribas bija iecelts par baltgvardu armiju virspavēlnieku Sibīrijā un «Krievijas augstāko pārvaldītāju».



Kopš tā brīža sākās mūsu Dzimtenes vēsturē nepieredzēta plēsonīga zelta izšķērdēšana. Par apbruņojumu un militāro palīdzību, ko sniedza Antantes imperiālisti, Kolčaks samaksāja ar simtiem un pat tūkstošiem pudu tirā zelta. Tā, piemēram, sākot ar 1919. g. 10. martu, dažos mēnešos tikai Francijai, Japānai un Anglijai vien izmaksāti 3232 pudu zelta (apmēram 53 t).

Bet ieroči, kas bija pirkti par tautas zeltu, neatnesa laimi Kolčaka armijām. Nonākušas 1919. g. aprīlī un maijā gandrīz līdz Volgai, tās sīvās cīņās ar Sarkanu Armiju zaudēja iniciatīvu un, sākot ar 1919. g. jūniju, sāka steidzīgi atkāpties uz Sibīriju. Janvāra sākumā Kolčaka galvenie spēki bija sakauti, bet 1920. g. 16. janvārī tika sagūstīts arī pats «augstākais pārvaldītājs».

«Zelta ešelons» nonāca atkal zemes īsto saimnieku rokās. Ešelons sastāvēja no trīspadsmit dubultvagoniem, kuros bija 199 kastes ar zelta stieņiem 10 151 kg kopsvarā un 6616 kastes ar zelta monētām, kuras svēra 340 800 kg. Trūka 188 400 kg. Pusotra gada laikā Kolčaks ik dienas bija izlaupījis 349 kg zelta — vairāk nekā trešdaļu tonnas, gandrīz 22 pudus.

Marta pirmajās dienās Sibīrijas revolucionārā komiteja pēc V. I. Leņina rīkojuma sāka zeltu vest atpakaļ uz Kazaņu. Uzdevums bija ārkārtīgi grūts, jo Kolčaks atkāpdamies sadedzināja un uzspridzināja 167 dzelzceļa tiltus, kuru atjaunošanai bija nepieciešami vairāki gadi. Taču, neraugoties uz to, 1920. g. 22. martā zelta ešelons 262. Krasnoufimskas strēlnieku pulka 3. bataljona apsardzībā devās ceļā. Par ešelona priekšnieku iecēla 5. armijas Čekas sevišķās nodaļas līdzstrādnieku Aleksandru Afanasjeviču Kosuhinu.

Zelta ešelona reiss ir varonīgās pilsoņu kara epopejas nedziestošas slavas lappuse, kas diemžēl vēl nav pietiekami izpētīta, bet no pirmās līdz pēdējai rindai liecina par masveida varonību un bezgalīgu uzticību revolūcijai. Sibīrijas bargā klimata apstākļos, ledainā vējā, sniegpuTENI,

nakts necaurredzamajā tumsā, negaisa naktīs zelta eš-lona kareivji bieži vien ar rokām pārstūma vagonus pāri platām upēm pa ledus tiltiem, kas bija uz ātru roku uz-celti.

Beidzot, 1920. g. 7. maijā pulksten 10 vakarā zelta eš-lona pēdējā kaste bija novietota Kažaņas bankas nolik-tavā. Kopš tā brīža zelts uz mūžīgiem laikiem pieder varo-nīgajai padomju tautai ...

*

... Pirmās rakstiskās ziņas par zeltu sniedz ēģiptiešu uzraksti. Vissenākie no tiem attiecas uz faraona Tutmosa III laikiem, kas dzīvoja pirms apmēram trīsarpus tūksto-šiem gadu. Tie liecina, ka zelts ēģiptiešiem jau bija zi-nāms divtūkstoš gadu pirms Tutmosa valdīšanas laikiem. Arheoloģiskie izrakumi Rietumeiropā, Krimā un Kaukāzā rāda, ka dažādas senās tautas jau plaši pazina zeltu un tā apstrādāšanas tehnika bija augsti attīstīta.

Starp citu, PSRS Zinātņu akadēmijas Astrahaņas arheoloģiskajai ekspedīcijai nesen izdevās Astrahaņas ap-gabalā Soļonoje Zaimiščes ciema apkaimē atrast seno sauromatu kapenes. Kā zināms, sauromati pirms divarpus tūkstošiem gadu klejoja apgabalos starp Volgu un Donu. Dažādo zelta izstrādājumu vidū, ko atrada kāda dubult-apbedījuma slēptuvē, uzmanību saistīja lieli zelta auskari jātnieku veidā. Uz platformām ar ritenišiem stāvošie zirgi un jātnieki ar dažādiem smalkiem rotājumiem, kā arī ozolziļu veida piekariņi tievās ķēditēs liecina par seno juvelieru augsto mākslu.

Jau kopš senseniem laikiem zeltu labi pazina Āzijā — ķīnieši, indieši, Birmas, Vjetnamas, Kambodžas un citas tautas.

Ķīnas valdnieku piļu žilbinošajā greznumā, indiešu pa-godu aprīņojamajā smalkumā, monumentālajos budistu tempļos zelta rotājumi nebija nekāds retums.

Zelts bija labi pazīstams arī actekiem — senās Meksi-kas iedzīvotājiem. Diski, kas bija darināti no tīra zelta, acteku ciltīm bija saules simbols, ko tās pielūdza kā dievu. Pēc tam kad Meksiku iekaroja spāņi (1519.—1521.), viens no acteku virsaišiem, gribēdams mīkstināt spāņu iekarotāju vadoņa Ernando Kortesa cietsirdību, no-sūtīja viņam kā dāvanu saules simbolu — disku no tīra zelta ratu riteņa lielumā.

Viduslaikos, kad zelts kļuva par jaunu varenu līdzekli dīkdienīgo šķiru kundzībai pār strādājošajiem, bagāto pār nabadzīgajiem, apspiedēju pār apspiestajiem, radās ideja par necēlo metālu pārvēršanu zeltā. Un, ja nekad vēlāk naudas vara neizpaudās ar tādu pirmatnēju rupjību un tik varmācīgi kā šai savā «jaunības periodā», tad nekad vēlāk cenšanās atrast līdzekļus, ar kuriem varētu iegūt zeltu no citiem metāliem, nebija tik spēcīga kā šajā laikmetā.

Bet, tā kā pēc viduslaiku izpratnes tāda pārvēršana bija iespējama ar noslēpumainā līdzekļa — gudrības akmens palīdzību, tad tā izgatavošana kļuva par galveno mērķi viduslaiku ķīmijai, kura ar savu raksturīgo, no arābu valodas patapināto priedekli «al» vēsturē pazīstama kā pseidozinātne «alkīmija».

Viduslaiku pasaules uzskats, ko baznīcas diktatūra bija ieslēgusi stiprā tumsonības, māņticības un mistikas čaulā, noteica tālaika cilvēku nesatricināmo ticību gudrības akmens pastāvēšanai, iekvēlināja viņos gribu atrast un iegūt to. Lūk, kāpēc gudrības akmeni fanātiski meklēja ne tikai alkīmiķi, astrologi un mediķi, bet arī pāvesti un kardināli, prinči un mūki, bruņinieki un karaļi, nabagi un klaidoņi.

Cik daudz talantu gāja bojā, cik daudziem zinātniekiem mistiskā viduslaiku ticība iespējai izgatavot zeltu bija nesusi nelaimi! Pie šādiem nelaimīgajiem pieder arī izcilais viduslaiku zinātnieks mūks Rodžers Bekons (ap 1214.—1294.). Bekonu turēja aizdomās, ka viņš zina gudrības akmens izgatavošanas noslēpumu, un inkvizīcijas tiesa uz 20 gadiem viņu ieslodzīja cietumā, kur ar spīdzināšanu mēģināja izdabūt no viņa zelta izgatavošanas recepti. Inkvizīcijai neizbēga arī Francijas vēsturē slavenais maršals grāfs Resenjārs de Lavals, barons de Recs, kas vairāk pazīstams ar vārdu Zilbārdis. Apvainots 800 meiteņu nonāvēšanā, no kuru asinīm viņš ar sava drauga alkīmiķa Fransuā Prelati palīdzību it kā taisījis zeltu, barons de Recs pēc Nantes bīskapa Žana de Molestruā pieprasījuma 1440. gada 30. jūlijā tika tiesāts inkvizīcijas tiesā. 1440. gada 20. oktobrī baronu de Recu un alkīmiķi Prelati par atteikšanos atklāt gudrības akmens izgatavošanas noslēpumu publiski sodīja ar nāvi, sadežinot uz sārta.

1925. gadā doktors Venšons, pētīdams pils drupas, kur

kādreiz bija dzīvojis barons de Recs, atrada zem drupām zelta dzislu. Tā kļuva skaidrs, no kurienes de Recs bija ņēmis zeltu: to no kvarca rūdas ieguva alkīmiķis Prelatī. Tādējādi pēc 485 gadiem bija pierādīta Francijas maršala nevainība un Zilbārdis — barons de Recs tika reabilitēts.

Bet neztika arī bez krāpniekiem, kuri, izmantodami savu laikabiedru lētīcību, tīkodami pēc vieglas dzīves, uzdevās ja ne par gudrības akmens īpašniekiem, tad vismaz par tā izgatavošanas noslēpumu zinātājiem.

Parasti šādi šarlatāni viegli atrada patvērumu karaļu galmos vai pie paputējušiem feodāļiem, kuri labprāt ticēja iespējamībai ar gudrības akmens palīdzību papildināt savas tukšās kases.

Pilnīgi saprotams, ka savās cerībās vīlušies aizbildņi gadījumos, ja atklājās krāpšana vai bija jāpanāk savlaicīgi aizbēgušais alkīmiķis, neko daudz vis nekautrējās. Komēdijas beigas bija vienmēr traģiskas: pils pagrabi, nežēlīga spīdzināšana, nāves sods. Dažu feodāļu galmos pastāvēja pat speciāls rituāls šādu noziedznieku sodīšanai.

Rituāls sākās ar izsmalcinātu ņirgāšanos un fiziskām mocībām, kas bija visai ilgstoša procedūra, pēc tam upuri ieģērba āksta tērpā un beigās, parasti naktī, kvēpošu lāpu blāvajā gaismā, bungām baismīgi rībot un taurēm kaucot — nāve cilpā uz apzeltītām karātavām.

Taču īsto varenību zelts iegūst kapitālisma laikmetā, kad tas diktē cilvēku, tautu un valsts gribu un likteņus.

Zelta visvarenības ideju buržuāziskajā sabiedrībā asprātīgi raksturojis savā fābulā Žans Pjers Klariss de Floriāns, slavenā Lafontēna pēctecis un turpinātājs.

Trokšņainā laukumā,

stāvēt uz sola,

Piedāvā precī sarkanpurnains šarlatāns.

Trokšņaini izkļiedz un publikai sola:

— Zāles slimībām visām,

un izslēgts ir māns!

Lūk, pulveris ar nedzirdētu varu:

Ar to gan muļķim prāts tiek dots,

Gan nelietim — gods.

Gan glēvajam dāvā tas varoņgaru.

It visas robežas un šķēršļus iespēj kājam mīt,

Tas sasniegt līdz visu

un attaisno neprāta risku.

Tā priekšā viss klanās,

pie zemes krīt...

To nosaukt var tieši —
par enciklopēdisku!
Es piegāju lūkot,
ar ko gan laudis top laimes lutekļi —
Parasti zelta putekļi.*

«Zelta putekļi» iemācīja cilvēcei rēķinus ar ļoti lieliem skaitļiem. Tā, piemēram, pēc franču-prūšu kara (1870.—1871.) sāka operēt ar tādiem skaitļiem kā miljards — tūkstoš miljonu. Šo skaitli ieviesa Vācija, lai aprēķinātu kontribūciju, kas bija uzlikta uzvarētajai Francijai. Skaitlis bija tiešām pasakains! Pieci miljardi zelta franku! Bet pēc četrdesmit astoņiem gadiem, pēc tam kad maršals Fošs, kas komandēja Antantes armijas, 1918. g. 11. novembrī bija parakstījis Kompjēnas mežā pamieru, franču premjers Žoržs Klemanso, izstrādādams miera līguma projektu ar Vāciju, minēja vēl lielāku skaitli — 200 miljardu dolāru, kam reparāciju veidā vajadzēja gulties uz uzvarētās Vācijas pleciem.

Un, lūk, pamatojoties uz 20. gs. sākumā izdarītajiem vērtējumiem, ka katrs km³ jūras ūdens satur no 5,5 līdz 5,7 t zelta, pazīstamais vācu ķīmiķis Fricis Habers, kas vēstures mācības grāmatās minēts kā ķīmiskā kara pamatlicējs un iedvesmotājs, nolēma glābt Vāciju no smagajām reparācijām... ar zeltu, kas iegūts no jūras ūdens.

Vislielākajā slepenībā Dālemā (Berlīnē) 1920. g. organizēja komiteju, kuras uzdevums bija izstrādāt metodi zelta iegūšanai no jūras ūdens. Lai «apzeltītu» Vāciju, Habers izstrādāja vissmalkākās analīzes metodes un paņēmienus, kā palielināt zelta saturu ūdenī; ar to palīdzību šī metāla saturam jūras ūdenī bija jāpalielinās 10 000 reizes, salīdzinot ar sākotnējo daudzumu. Bet... noskaidrojās liktenīgs fakts. Daudzās un rūpīgi veiktās analīzes pierādīja, ka zelta saturs jūras ūdenī ir ievērojami mazāks par cerēto. Faktiski tas izrādījās 1000 reižu mazāks, nekā domāja zelta problēmas izstrādāšanas sākumā. Un astoņu gadu sasprindzināta darba rezultātā bija konstatēts, ka par jūras izmantošanu zelta iegūšanai nevar būt ne runas!

Tomēr kopējais zelta daudzums, ko satur okeānu ūdeņi, tiešām ir milzīgs un sasniedz 56 240 000 t, t. i., 1125 reizes vairāk par visu zelta daudzumu, ko cilvēce līdz šim

* Atdzejojusi Biruta Zviedre.

ieguvusi. Ja visu okeānu zeltu sadalītu vienādās daļās visiem zemeslodes iedzīvotājiem (pāri par 3 miljardiem cilvēku), katrs mūsu planētas pilsonis saņemtu 18 kg.

Vēl lielāki zelta daudzumi atrodas zemes garozā. Pēc ģeologu aprēķiniem, tur ir 1000... miljardi tonnu zelta! Bet zelts ir visai izkliedēts metāls, un bagātās atradnēs tā vidējais saturs nepārsniedz 0,0008—0,001%. Zelts, ko pilnīgi iegūtu no viena vagona šādas «rūdas», svērtu 160 g, un no tā izgatavotais lietnis nebūtu lielāks par valriekstu. Zelta iegūšanas modernie uzņēmumi ir milzīgas rūpnīcas ar komplicētām mašīnām, milzīgām drupināšanas iekārtām, soļojošiem ekskavatoriem. Tiek pārstrādāti veseli kalni materiālu, drupinātas klintis, pārsūknētas upes, lai produkciju mazu lietņu veidā nosūtītu... uz pagrabiem. Kapitāla zemēs ik gadu iegūst 700—750 t zelta.

Kamēr pastāv kapitālisms, pastāvēs arī preču ražošana un naudas sistēma, kuras pamats gandrīz visās kapitālistiskajās valstīs ir zelts kā vispārīgais ekvivalents preču apmaiņā.

Kapitālismā viss ir pērkams un viss ir pārdodams, viss tiek novērtēts ar naudu, ar zeltu. Kapitālisms taču ir tāda sabiedrība, kurā arī darbaspēks kļuvis par preci.

Un, kamēr pastāv kapitālisms, pastāvēs arī daudzie noziegumi, kas tiek pastrādāti cīņā par zeltu, pastāvēs arī zelta valūtas nelegālā pārvešana no vienas valsts otrā.

Ar zelta kontrabandu kapitālistiskajās zemēs nodarbojas daudzas bandas — sindikāti, kuriem ir savi aģenti, kas bieži vien strādā par ierēdņiem muitas iestādēs. Kā piemēru var minēt Britu aizokeāna aviācijas korporāciju, kuras 84 ierēdņi, sākot ar laipnajām pavadonēm un beidzot ar pirmklasīgajiem lidotājiem, izrādījās starptautisku zelta slepenas pārvešanas bandu aģenti.

Par šo organizēto noziegumu apmēriem varam spriest pēc gadījuma ar ASV pilsoni Ralfu Dačineru, ko aizturēja uz Indijas un Austrumpakistānas robežas. Viņa jaunās automašīnas durvīs atrada slepenu nodalījumu, kur bija noslēptas 185 zelta plāksnītes. Katra plāksnīte svēra kilogramu. To kopējā vērtība bija 2,2 miljoni rupiju.

*

Kas ir zelts? Kādas ir tā dabiskās īpašības, kas tik lielā mērā noteica šī elementa ārkārtējo lomu cilvēces

vēsturē? Tīrā veidā zelts ir gaišdzeltens, spīdīgs, mīksts un ārkārtīgi plastisks metāls. No viena grama zelta var izvilkt 3 km garu stiepli vai izgatavot zelta foliju, kas 500 reizes plānāka par cilvēka matu (0,0001 mm). Cauri šādai lapiņai saules stars spīd zaļganā krāsā. Zelts ir ļoti mīksts, to var ieskrāpēt ar nagu. Tāpēc zelta izstrādājumos vienmēr iekausē varu vai citus metālus, kurus šai lomā sauc par ligatūrām. Šādu sakausējumu sastāvu izsaka ar provi, kas norāda dārgmetāla gramu skaitu sakausējuma 1000 gramos. Padomju Savienībā ir arī vecās proves izstrādājumi, kur dārgmetāla daudzums izteikts ar šī metāla zolotņiku skaitu katrā sakausējuma krievu mārciņā, kas saturēja 96 zolotņikus. Sai proporcijā zelta izstrādājumus parasti izgatavoja ar 56. provi.

Metriskajā sistēmā šī prove, kas starptautiski izplatīta juvelieru darbā, izteikta ar skaitli 583.

Zeltu atrod dabā tikai brīvā veidā, gan kā ielāsmojumus cietajos kalnu iežos (kvarca dzīslās), gan zelta laukos, kas veidojas šo iežu sadrupšanas rezultātā. Parasti šādi lauki atrodas diezgan tālu no galvenajām atradnēm; tam par cēloni ir tekošie ūdeņi, kas izskalo un aiznes zelta graudiņus. Retumis zeltu atrod kristāliska tīrradņa veidā. Vislielākais tīrradnis, kas jebkad atrasts, svēra ... 112 kg, un tā tilpums bija ap 6 l. Viens no lielākajiem krievu tīrradņiem, ko atrada Urālos (bij. Carevas-Aleksandrovskas zelta laukos), svēra 32,5 kg.

Zelta atradnes izkaisītas pa visu zemeslodi. Visnabadzīgākās tās ir Eiropā. No tām minamas zeltu saturošas kvarca dzīslas Karpatu kalnu lielā loka ieliektajā pusē, kā arī kādreiz bagātājās, bet tagad izsmeltajās Austrumalpu dzīslās. Senāk Eiropā nelielos daudzumos zeltu ieguva Reinas, Izaras, Innas un citu Viduseiropas upju zelta laukos.

Āzijas galvenās zelta atradnes atrodas pie Urālu kalnu austrumu pakājes. Ģeoloģiski mineraloģiskajā ziņā interesi izraisa pazīstamo Berezovskas atradņu zelts. Zelts šeit ielāsmots kvarca dzīslās, sīkgraudainos iežos, kurus raktuvju vārdā sauc par berezītu (kvarca porfīrs). Sīkgraudainie ieži savukārt masīvu, platu dzīslu veidā atrodas vizlas, talka, hlorīda slānekļos. Visbagātākās atradnes Sibīrijā atrodas galvenokārt Jeņisejas augš- un lejtecēs zelta laukos, kā arī Oļekmas un Vitimas starpupes apgabalos. Neskaitot Sibīriju, Āzijā zelts atrodas Mazās

Tibetas kvarca dzīslās, kā arī Indijā (Kolaras raktuvju lauki), gar Ķīnas ziemeļprovinču upēm, kā arī Indonēzijas salās, it īpaši uz Kalimantānas (Borneo).

Āfrikā jau sen zināmas zelta atradnes Rietumāfrikā gar Senegālas un Džolibas (Nigeras augšteces) upēm, kā arī Ziemeļaustrumāfrikā starp Zilo un Balto Nilu un Abesīniju. Tomēr visbagātākās atradnes ir Dienvidāfrikā, kur zelts atrodas galvenokārt smilšakmens, kvarcītu un vulkāniskajos iežos.

Amerikā ir vairākas bagātas zelta atradnes. Visvecākie ir Kalifornijas zelta lauki. Samērā sen zināmas zelta atradnes Kolorado, Nevadā un 192 km garajā Mozerlodas dzīslu sistēmā utt. No vēlāko laiku atradnēm, kuru atklāšana izraisīja ārkārtīgi nesaudzīgu zelta drudža lēkmi, minamas zeltu saturošās dzīslas un zelta lauki Ziemeļamerikā, Klondaikā un Aļaskas piekrastē. Uz jaunatklātajiem zelta laukiem bariem plūda alkatīgi, iedzīvoties kāri cilvēki. Nebaidīdamies bargā arktiskā klimata, pārtikas trūkuma un visādu citu grūtību, zelta meklētāji burtiski pārplūdināja Aļasku. Šo ļaužu dzīve un piedzīvojumi spilgti attēloti Džeka Londona darbos.

Bagātas zelta atradnes ir arī Austrālijā. Šeit zelts atrodas kvarca dzīslās un zelta laukos (Kvīnslendas, Viktorijas, Jaunās Dienvidvelsas provinces zeltu saturošajās kalnu grēdās un zelta laukos).

Zelts ir ķīmiski inerts, uz to neiedarbojas ne laiks, ne temperatūra, ne mitrums un dažādi ķīmiski aģenti, bez tam zelta atradnes ir liels retums un tā iegūšana visai sarežģīta, tāpēc zelts šķiru sabiedrībā kļuvis par visu preču mēra vienību.

Naudas kults, zelta iegūšanas un uzkrāšanas kaislība visspilgtāk savu izpausmi radusi visā pasaulē bēdīgi slavenajā spēļu namā — Montekarlo kazino, kas atrodas mazajā Monako valstiņā. Nodibināts 1863. g. Monako firsta Kārļa III laikos, Montekarlo kazino 1963. g. 1. aprīlī svinīgi atzīmēja savu jubileju — simt gadu uzticīgu kalpošanu zelta teļam. Kas gan šajos simt gados nav bijis šai zelta teļa templī? Kas gan nav spēris kāju pāri kazino sliexsnīm ar satraukuma pilnām cerībām, ka atstās šo namu, zelta dieva apmiņots! Nav bijuši tikai tie, kas vēl šurp atnāks, lai gāztu no troņa zelta dievu un piespiestu šo cēlo metālu kalpot bezšķiru sabiedrības zinātnei un tehnikai.

Senos laikos, lai izgatavotu rotas lietas karaļiem, imperatoriem, cāriem un aristokrātiem, izlietoja lielus zelta daudzumus. No zelta izgatavoja valdnieku kroņus, viņu varas simbolus — scepterus un valstsābolu (zelta bumbu ar krustu — monarha varas dievišķās cilmes simbolu). Starp citu, krievu caru valstsābola diametrs bija 19 cm, krusta garums — 23 cm.

Bezšķiru sabiedrībā zelts tiks plaši izmantots. Zelta teicamā elektrovadītspēja, ārkārtīgā ķīmiskā noturība, augstā kušanas temperatūra (1063°C) — lūk, īpašības, kas nākotnē nodrošinās zeltam godpilnu vietu citu elementu vidū. Zelta un apzeltītus traukus un ķīmisko aparāturu, kas izturīga pret jebkuru ārdošu iedarbību, plaši izmantos ķīmijā, tehnikā un rūpniecībā. To izmantos arī kosmiskajā ērā. Tā, piemēram, pazīstamais padomju izgudrotājs A. Presņakovs iesaka izmantot zeltu kā katalizatoru jono-sfēras dzinējos.

Bet pagaidām... pagaidām tas vēl ir dārgs metāls, preču mēra vienība, un to lieto mākslīgo zobu, elektrodu un dažu medicīnas aparātu, gredzenu un rotas lietu izgatavošanai, citu metālu apzeltīšanai, zelta imitācijai vai kā pretkorozijas līdzekli.

1963. g. 23. augustā pabeidza Maskavas Kremļa kurantu ciparnīcas, rādītāju un ciparu apzeltīšanu. Kad aplusa oktobra ciņas, kurantus pēc V. I. Ļeņina norādījuma 1918. g. oktobrī restaurēja Kremļa darbnīcu atslēdznieks Berenss. Pēdējo reizi kurantus restaurēja 1937. g. Kopš tā laika cipari, rādītāji un ciparnīca korozijas iedarbībā stipri nosūbējuši. Lai kuranti atgūtu zaudēto spožumu, tos no jauna apzeltīt apņēmās meistari apzeltītāji I. Gluhova vadībā. Izlietodami tikai 300 g zelta, meistari atdeva pulkstenim, kas jau trīs gadu simteņus skaita mūsu vēstures gaitu, tā spožumu. Ne velti jau senajā Ēģiptē zeltu uzskatīja par saules un tās spožuma simbolu.

PSRS augstākais apbalvojums — Ļeņina ordenis izgatavots no zelta sakausējuma. PSRS Augstākās Padomes Prezīdija nodibinātā Padomju Savienības Varoņa goda zīme — medaļa «Zelta Zvaigzne», kā arī medaļa «Sirpis un Āmurs», ko PSRS Augstākās Padomes Prezīdijs apstiprināja, lai apbalvotu sociālistiskā darba varoņus, izgatavoti no tāda paša zelta sakausējuma.

Padomju Armijas karavīru mauzoleja memoriālajā zālē Treptovas parkā Berlīnē uz melna labradora postamenta

zelta lādītē glabājas grāmata, kurā ierakstīti fašistiskās Vācijas galvaspilsētas sturmēšanā varoņu nāvē kritušo padomju karavīru vārdi.

Patlaban zināmi 18 zelta radioaktīvie izotopi. Lielākajai daļai pussabrukšanas periods svārstās no dažām sekundēm līdz desmitiem minūšu un vairākām stundām. Tikai četriem izotopiem pussabrukšanas periods skaitāms dienās: zeltam-198 tas ir 2,7 dienas, zeltam-199 — 3,1 diena, zeltam-196 — 6,1 diena un zeltam-195 — 183 dienas. Interesanti atzīmēt, ka dabiskais zelts, kas sastāv no viena dabiskā izotopa (masas skaitlis 197), arī izrādījās α -radioaktīvs, bet tā pussabrukšanas periods ir ārkārtīgi liels — 30 kvintiljoni gadu ($3 \cdot 10^{16}$)!

Praksē visvairāk izmanto izotopus, kuru masas skaitlis ir 198 un 199. Abi tie izstaro β - un γ -starus. Sos izotopus metālisku priekšmetu (adatu, pavedienu utt.) veidā, kā arī sīkdispersā (izsmidzinātā) stāvoklī lieto medicīnas praksē ļaundabīgo audzēju, dažu asinsslimību, bronhiālās astmas un citu slimību ārstēšanai. β -daļiņas, ko staro zelta radioaktīvie izotopi, iespiežas audos nelielā dziļumā (0,38 mm), to iedarbībai ir vietējs, lokāls raksturs. Tāpēc radioaktīvā zelta lietošana vēža šūnu iznīcināšanai apkārtējiem veselajiem audiem un visam organismam ir nekaitīga. Kad vēl nebija atklātas efektīvās antibiotiskās vielas, zelta savienojumus lietoja arī tuberkulozes ārstēšanai.

Ne tikai par pašu zeltu, bet arī par tā nosaukumu ir sarakstītas veselas grāmatas. Zelta nosaukuma izcelšanās un izplatīšanās atšifrēšana izrādījās daudz sarežģītāka nekā paša zelta vēstures uzrakstīšana. Līdz šim vēl nav vienotu domu par vārda «zelts» izcelšanos. Šī vārda celms pastāv jau gadu tūkstošus, un skaņas *z, e, l, g* sastopamas šī vārda celmos gan slāvu, ģermāņu, somugru, gan citu Eiropas tautu valodās! Austrumu tautu valodās šī vārda celmos biežāk sastopamas skaņas *a, u, r*. Acīmredzot tieši no šiem pēdējiem burtiem cēlies zinātnē pieņemtais zelta latīniskais nosaukums — *aurum* (no vārda *aurora* «rīta blāzma»). Bet skaņu *z, e, l* kombinācijā daži pētnieki saskata norādījumu uz metāla krāsu un saista nosaukuma izcelšanos ar vārdu «dzeltens». Citi turpretī meklē atbildi pie alķīmiķiem, kuri zelta nosaukumam pārņēmuši seno astronomu un astrologu zīmi. Tik daudz spriedumu liecina, ka šai jautājumā nav vienotas atbildes.

SUDRABA ŪDENS

80. Dzīvsudrabs — Hydrargyrum (Hg)

Katrs, kurš kaut reizi turējis rokās termometru, būs guvis zināmu priekšstatu par to, kas ir dzīvsudrabs. Pēc savām ķīmiskajām īpašībām tas ir īsts metāls, bet atšķirībā no citiem metāliem istabas temperatūrā ir šķidr. Dzīvsudraba lietošana termometros pamatojas uz to, ka sasilstot tas, tāpat kā daudzas citas vielas, izplešas. Ar dzīvsudraba termometru var izmērīt arī zemas temperatūras. Bet ne vienmēr.

Stiprā salā dzīvsudrabs sasalst, t. i., kļūst ciets. Pirmo reizi dzīvsudrabu sasaldēja 1759. g. Pēterburgas akadēmiķis I. Brauns sniega un koncentrētas slāpekļskābes maisījumā. Sasaldētā dzīvsudraba īpašības, atkārtojot Brauna mēģinājumu, sīki izpētīja M. Lomonosovs. Sasalšanas temperatūra, pareizāk sakot, dzīvsudraba kušanas temperatūra, ir $-38,87^{\circ}\text{C}$. Tāds sals nav nekāds retums Sibīrijas un ziemeļu iedzīvotājiem, tāpēc tur stiprā salā nav iespējams izmērīt temperatūru ar dzīvsudraba termometriem. Cietā stāvoklī dzīvsudrabs ir sidrabaini zilgans, diezgan mīksts, svinam līdzīgs metāls. Lasot lekciju par dzīvsudrabu, lielu efektu rada dzīvsudraba āmuriņa izgatavošana. Veidnē ielietu dzīvsudrabu ātri atvēsina ar šķidru gaisu vai ar ētera un cietās ogļskābes maisījumu. Naglas iesišana dēļ ar dzīvsudraba āmuriņu vienmēr izraisa skatītājos lielu interesi.

Dzīvsudrabs zināms cilvēkiem jau kopš sirmās senātes. Kādās Ēģiptes kapenēs, kas attiecināmas uz 15.—16. gadsimtu pirms mūsu ēras, atrasts mazs trauks ar dzīvsudrabu — acimredzot amulets.

Senie ķīnieši ļoti labi pazina dzīvsudraba galveno rūdu — cinobru, ko nosauca par puķa asinīm. Šis poētiskais nosaukums izskaidrojams ar cinobra krāsas ārējo līdzību ar dzīvnieka arteriālajām asinīm, it īpaši ja cinobra kristālu lāsmojumi atrodas pamatiežu gaišpelēkajā masā. Dzīvsudraba preparātus Ķīnā jau ļoti sen izmantoja arī slimību, galvenokārt lepras ārstēšanai. 350 gadu pirms mūsu ēras dzīvsudrabu aprakstījis Aristotelis. Savu zinātnisko nosaukumu — *hydrargyrum* dzīvsudrabs dabūjis no grieķu vārda, ko tam devis Dioskorīds mūsu ēras 1. gadsimtā. Tulkojumā tas nozīmē «sudraba ūdens»

(grieķu valodā ὕδωρ «ūdens», ἄργυρος «sudrabs»). Dzīvsudraba latīņu nosaukumu pirmais lietoja Plīnijs Vecākais (m. ē. 23.—79. g.). Mūsu ēras sākumā dzīvsudrabu izmantoja, lai atdalītu zeltu no vecām, ar zeltu izaustām drānām, bet, sākot ar 6. gadsimtu — no rūdas.

Alķīmiķu bezcerīgajos mēģinājumos pārvērst melnos vai krāsainos metālus zeltā dzīvsudrabam bija svarīga nozīme, un to sauca par merkuriju. Šo nosaukumu dzīvsudrabs ieguvis

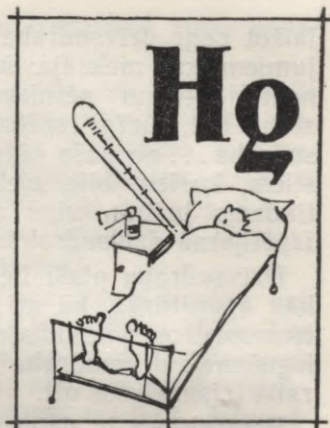
tāpēc, ka tā pilieniņi pa gludu virsmu skrēja tikpat viegli kā saskaņā ar seno romiešu priekšstatu skrējis Merkurs — amatu un tirdzniecības aizstāvis, dievu gribas paudējs, kuru tēloja ar spārnotām sandalēm kājās.

Pēc tam kad vācu kalnrači Dienvidamerikā spāņu kundzības laikos ieviesa oriģinālu metodi sudraba iegūšanai no rūdas ar dzīvsudraba palīdzību, Spānijā plaši sāka attīstīties dzīvsudraba iegūšana raktuvēs Almadenas tuvumā, kas bija pazīstamas jau kopš seniem laikiem.

Dzīvsudrabs ir ļoti smags šķidrums: viens litrs dzīvsudraba sver 13,6 kg.

Dzīvsudrabs, tāpat kā jebkurš cits šķidrums, izgaro. Tā tvaiki ir indīgi un nāvējoši iedarbojas uz cilvēka organismu. Tāpēc ar PSRS darba likumdošanu dažas ražošanas nozares, kas saistītas ar dzīvsudraba un tā savienojumu lietošanu (piemēram, dzīvsudraba krāsu ražošana), vispār aizliegtas. Taču dažās nozarēs bez dzīvsudraba lietošanas vispār nevar iztikt. Šādos gadījumos noteikti sevišķi darba apstākļi un veikti speciāli pasākumi strādnieku veselības aizsargāšanai.

Dzīvsudrabam piemīt brīnišķīga īpašība samitrināt un šķīdināt daudzus metālus. Šādus šķīdumus sauc par amalgamu (no grieķu vārda μάλαγμα «miksts oderējums»). Amalgamas plaši ieviesušās tehnikā, dažos gadījumos tās kļuvušas par cēloni kurioziem notikumiem. Lūk, viens no tiem. Pagājušā gadsimtā kāds no pētniekiem mēģināja pārvērst dzīvsudrabu zeltā, spēcīgus elektriskos lādiņus



laižot caur dzīvsudraba tvaikiem. Pēc daudziem mēģinājumiem, kas maksāja lielu naudu, prasīja laiku un darbu, neatlaidīgajam pētniekam izdevās dzīvsudrabā atklāt zeltu. Bet, rūpīgi izpētot, izrādījās, ka zelts iekļuvis dzīvsudrabā... no paša pētnieka brillu zelta ietvara. Ar pirkstiem, kuriem bija pielipušas dzīvsudraba daļiņas, aiztikdams brilles, viņš zeltu amalgamas veidā pārnesa izpētījamā dzīvsudrabā.

Dzīvsudrabu plaši lieto dažādās tehniskās un zinātniskās aparatūrās, kā arī ierīcēs: barometros, manometros, termometros, vakuuma sūkņos, dzīvsudraba vannās sārnu iegūšanai, dzīvsudraba lampās («kalnu saule»), dzīvsudraba taisngriežos utt.

Perspektīva ir dzīvsudraba lietošana atomtehnikā, kur to nātrija un kālija kausējuma vietā var izmantot starpkontūrā par siltumnesēju. Dzīvsudraba izmantošana dod iespēju 500—550°C temperatūrā ar 10 at lielu spiedienu iegūt dzīvsudraba tvaikus. Dzīvsudraba izmantošana ne tikai ievērojami palielina iekārtas lietderības koeficientu, bet arī stipri vienkāršo tās shēmu.

1957. g., otrajā starptautiskajā konferencē par atomenerģijas izmantošanu miera laika vajadzībām, padomju delegācija ziņoja, ka uzcelts izmēģinājuma reaktors, kas darbojas ar ātriem neitroniem, kurā siltumnesējs ir dzīvsudrabs.

Tiesa, ir viens šķērslis, kas traucē izmantot dzīvsudrabu termoreaktorā kā dzesējošu šķidrums. Tas ir neitronu satveršanas lielais šķērsgriezums. Taču ne visiem izotopiem (7), kas sastāda dabisko dzīvsudrabu, ir vienāds šķērsgriezuma laukums. Ja izdotos bez jebkādam sevišķam pūlēm izdalīt no dabiskā dzīvsudraba izotopus ar masas skaitli 200 un 201 (dabiskā maisījumā to daudzums ir attiecīgi 23,13 un 13,22%), tad satveršanas šķērsgriezums lēniem neitroniem samazinātos sešas reizes.

Dzīvsudrabu lieto medicīnā, ārstējot dažas ādas slimības (dzīvsudraba ziedes), arī kā dezinficējošu līdzekli (sāļu šķīdumi); dzīvsudraba preparātus lieto arī dažu venerisku slimību ārstēšanai. Zobārstniecībā dzīvsudrabs nepieciešams metāla plombu izgatavošanai dzerokļiem. Vienvērtīgā dzīvsudraba hlorīds (Hg_2Cl_2) (kalomels) ir pazīstams kā caurejas līdzeklis, bet divvērtīgā dzīvsudraba hlorīds (HgCl_2) (sublimāts) ir stiprs dezinficējošs

līdzeklis. Isā rakstā nav iespējams izskaidrot visas nozares, kurās izmanto dzīvsudrabu.

Dabā dzīvsudraba nav sevišķi daudz, bet dažās vietās tas atrodas samērā lielos daudzumos. Viena no vecākajām dzīvsudraba atradnēm Padomju Savienībā ir Donbasā Artjomovskas apkaimē. Divdesmit metru dziļumā šais atradnēs uzgāja senas raktuves, bet tajās darba rīkus — akmens veserus. Vēl senākas raktuves ir Haidarkanā Fergānas ielejā («Lielās raktuves»).

Dzīvsudrabs kā tīrradnis sastopams sīku pilieniņu vai, biežāk, minerāla cinobra veidā. Tā ir sarkana rūda, kas sastāv no dzīvsudraba un sēra savienojuma — dzīvsudraba sulfīda. Ja rūdu karsē gaisā, sērs sadeg, bet dzīvsudraba tvaiki izgaist. Karsējot slēgtos traukos, dzīvsudrabu uztver un sabiezina.

Pasaulē ir vairākas lielas dzīvsudraba atradnes: Almadenas raktuves Spānijā, Monteamjata — Itālijā, Idrija — Dienvidslāvijā, Ņualmadena — uz Kalifornijas un Meksikas robežas. Vēl nesen apmēram 80% no dzīvsudraba ieguves pasaulē deva Spānija.

«ZAĻAIS ZARS»

81. Tallijs — Thallium (Tl)

Pazīstamais angļu zinātnieks V. Krukss, ko Fr. Engelss tik asprātīgi izsmēja par viņa aizraušanos ar spīritiskām parādībām un «garu izsaukšanu», bija liels speciālists spektroskopijā. Ļoti labi saprazdams, ka spektroskops ir spēcīgs aparāts jaunu elementu atrašanā, Krukss ar spektroskopu izpētīja ļoti daudz dažādu vielu. Dzīvnieku liķus, pelnus, dažādas tabakas šķirnes, jūras ūdeni, sīkus kukaiņus un daudzus citus visdažādākos objektus Krukss pētīja spektroskopiski degļa liesmā.

1861. g. par Krukša pētījumu objektu kļuva sērskābes ražošanas atkritumi. Cerēdams atrast sērskābes kameru putekļos telūru, Krukss atklāja jaunu elementu, kas spektrā deva spilgti zaļu līniju. Pēc šīs līnijas krāsas jauno elementu nosauca par talliju (no grieķu vārda *θαλλός* «zaļais zars»). Drīz vien izdevās to izdalīt, un brīvā veidā tas izrādījās par metālu, kura savienojumi pēc savām īpašībām ir stipri līdzīgi, no vienas puses, ar nātriju un

kālija un, no otras puses, ar sudraba savienojumiem. Tallijs ir zilgani pelēks, gaisā diezgan noturīgs, viegli kūstošs metāls, kas ārēji līdzīgs svinam. Tas pieder pie izkliedētājiem elementiem, lai gan dažos minerālos — krūkersitā, laranditā, karnalitā u. c. — tallija procentuāli ir visai daudz. Ķīmiķi konstatējuši, ka tallija iegūšana nesagādā īpašas grūtības.

Tallija sakausējumi ar svinu un alvu ir ļoti izturīgi pret skābēm. Sakausējums, kas satur 10% tallija, 20% alvas un 70% svina, ļoti izturīgs pret sērskābi, sālsskābi un slāpekļskābi. Dažu tallija sāļu gaismas jutība dod iespēju tos izmantot fotografēšanā. Tallija sulfīdu (Tl_2S) lieto sevišķi jutīgos fotoelementos. Optiskus stiklus ar augstu laušanas koeficientu ražo, lietojot tallija savienojumus. Tallija sulfāts (Tl_2SO_4) ir stipra inde, ko lieto grauzēju iznīcināšanai. Tallija amalgamu lieto zemo temperatūru termometros.

Ļoti bieži dažādi minerāli dabā sastopami kopā. Viens no minerālu atdalīšanas paņēmieniem ir šāds: minerālu maisījumu sasmalcina un ieber stipri blīvā šķidrumā; smagās daļiņas nogrimst, vieglās peld virspusē. Malonskābes un skudrskābes tallija sāļi veido vienu no šādiem šķidrumiem (blīvums $4,2 \text{ g/cm}^3$).

Tallija dažu organisko savienojumu spēju samazināt tuberkulozes slimniekiem sviedru atdalīšanos izmanto medicīnā. Taču tallija savienojumu indīguma dēļ bija jāatsakās no to lietošanas iekšķīgi.

Patlaban tallija savienojumus piejauc ziedēm un plāksteriem, kurus lieto matu atdalīšanai, ārstējot dažas ādas slimības.

1940. g. pasaulē ieguva nepilnas 5 t tallija. 1958. g. ražoja vairāk par 4000 t.

VĒL VIENS NO SENAJIEM

82. Svins — Plumbum (Pb)

Svins ir metāls, kas, tāpat kā varš, antimons un alva, pazīstams jau kopš sirmās senatnes.

Lai cik savādi tas arī izklausītos, pirmo reizi svinu sāka izmantot tieši tur, kur patlaban to vairs nemaz nelieto — ūdensvadu cauruļu izgatavošanā. Svins ir viens

no vismīkstākajiem metāliem, ko viegli izvelmēt plāksnēs, un to jau senatnē lietoja ūdensvada cauruļu izgatavošanai.

Svina caurules pazina jau romieši, ēģiptieši, kā arī Tuvo un Vidējo Austrumu tautas.

Dienvidos no tagadējās Bagdādes, Eifratas kreisajā krastā, netālu no karavānu ceļa vēl līdz mūsu dienām saglabājies liels, 45 m augsts pakalns. Šo vietu tagad sauc par Babilu vai Madželību. Šis pakalns ir paliekas no kādreiz slavenajiem Semiramīdas gaisa dārziem, kas skaitās par senās pasaules septīto brīnumu.

Sos dārzus pirms 2500 gadiem būvēja varenais Babilonas valdnieks Nebukadnecars savai sievai Mīdijas valdniecei, kas Babilonas līdzenajā apvidū skuma pēc savas kalnainās dzimtenes. Ārkārtīgi smagajos darbos bija sadzīts liels skaits vergu un gūstekņu. Tā kā Babilonā dabisku akmeņu nebija, dārzu cēla uz ķieģeļu stabiem, pārsegumu izveidojot no ķieģeļiem un ģipša javas. Šie dārzi tiešām bija īsts «zaļās arhitektūras» brīnums. Visi augi dārzā bija stādīti terasēs tā, kā tie bija auguši kalnos, valdnieces dzimtenē. Apakšējās terasēs zaļoja ieleju, zemieņu augi, uz vidējām terasēm — plakankalnes augi, uz augšējām terasēm — augstkalnu mežu un pļavu augi. No augšējām terasēm urdzēja strautu kaskādes, zaļojošo augu vidū čaloja strūklakas. Ziedu smaržā tītā milzīgā zaļumu piramīda, ko atdzīvināja saules staros visās varavīksnes krāsās mirdzošās strūklaku šaltis, patiesi izskatījās pasakaina un likās, ka tā karājas svelmainās debess zilgmē. Tāpēc dārzus arī nosauca par gaisa dārziem.

Zem piramīdas Babilas pakalna arheoloģiskos izrakumos atrada komplicētu ūdensvadu, aku un hidraulisku būvju sistēmu. Ūdensvada caurules bija gatavotas no svina. Ar svina plāksnēm bija pārklātas arī terases, uz tām bija uzbērti pietiekami bieza augsnes kārtā, lai varētu augt lieli koki.

Senie celtnieki svinu izmantoja arī akmeņu sastiprinā-



šanai cietokšņa sienās. Tā, piemēram, ar svinu mūrētas sienas atklātas kāda cietokšņa drupās Armēnijā.

Arī vergu būvētā Romas ūdensvada caurules bija pagatavotas no svina. Parasti cauruļu šķērsgriezums nebija pareizi apaļš, griezumā tām bija bumbiera forma; salodētas ar svinu vai antimonu, tās bija ļoti izturīgas. Izmēģinājumos, ko veica mūsu dienās, tās izturēja 15—18 at lielu spiedienu. Uz dažām caurulēm ir uzraksti, kuri norāda, kā vadībā caurules liktas, kāda iecirkņa priekšniekam tās piederējušas utt. Par Romas ūdensvada tīkla plašajiem apmēriem liecina individuālo ūdens patērēšanas punktu lielais skaits. Pēc senā romiešu inženiera un arhitekta Vitruvija datiem, šādu punktu bija 10 595.

Varbūt, ka ar to arī izskaidrojams Romas iedzīvotāju vidēji ļoti īsais mūžs, jo visi šķīstošie svina savienojumi ir indīgi. Svina ūdens noturību stipri ietekmē oglekļa oksīds, kas atrodas ūdenī. Mazos daudzumos oksīds veido uz svina virsmas savienojumu (svina karbonātu), kas ūdenī neizšķīdinās un līdz ar to stiprina svina noturību. Ja ūdens satur samērā daudz oglekļa oksīda (tieši tā tas bija ar ūdeni, ko patērēja Romas iedzīvotāji), tad oglekļa oksīds, reaģējot ar svinu, rada svina hidroģenkarbonātu, kas labi šķīst ūdenī. Nokļuvis cilvēka organismā mazās devās, svins tajā tiek aizturēts un, pamazām aizstājot kalciju, kas ietilpst kaulu sastāvā, izraisa hronisku saindēšanos.

Tīrā veidā svins ir zilgani pelēks, smags (blīvums — 11,34 g/cm³), mīksts metāls, kas zem spiediena (200 kg uz 1 cm²) spēj tecēt caur smalkiem caurumiņiem. Tā kā šo metālu pazina jau kopš sirmās senatnes, tad tas kļuvis par dažādās nozarēs plaši izmantotu materiālu. Svinu augstu vērtēja, jo tas ir viegli kausējams, tam ir ļoti liels blīvums un to var ļoti apstrādāt. Viduslaikos Eiropā lielus daudzumus svina izlietoja piļu, baznīcu jumtu segšanai. Starp citu, pazīstamajā Venēcijas valsts noziedznieku cietumā, kuru tā dēvētais «Nopūtu tilts» savieno ar brīnišķīgu agrīno viduslaiku celtni — Dodžu pili, bēniņos bija ar svina jumtu klātas kameras. Ziemā zem šī jumta noziedzniekus stindzināja neželīgs aukstums, vasarā — mocīja neizturama tveice.

Pēc šaujāmieroču izgudrošanas lielus daudzumus svina izlietoja ložu izgatavošanai šautenēm, pistolēm un kartecām artilērijai.

Patlaban varam uzskaitīt ļoti daudz nozaru, kur lieto svinu: akumulatoru ražošanā, ķīmiskās aparatūras iekšējās virsmas pārklāšanai ar svinu (galvenokārt sērskābes ražošanā). Skābju pārsūknēšanas caurules, ķīmijas laboratoriju notekūdeņu caurules, militārā tehnika, elektrisko kabeļu, svina stikla-kristāla, glazūru ražošana — tas viss prasa daudz tīra svina.

Grāmatas, žurnālus, avīzes ražo cilvēki, kuriem darbā nākas saskarties ar tipogrāfijas metālu, kas satur svinu. Svina putekli ir indīgi. Svins, nonācis organismā, traucē vielmaiņu, kalcija un fosfora maiņu; kavē vitamīnu iedarbību organismā. Rezultātā cilvēks saslimst ar mazasinību, tiek bojāta veģetatīvā nervu sistēma un dažreiz kā sekas rodas roku paralīze. Tāpēc ražošanas nozares, kur lieto svinu vai tā savienojumus, ir ārstu higiēnistu pastāvīgas uzmanības objekts. Svina maksimālais daudzums gaisā rūpniecības uzņēmumos nedrīkst pārsniegt 0,00001 mg vienā litrā. Tur, kur cilvēka darbs saistīts ar svinu, tiek veikti speciāli drošības pasākumi un pastāv stingri likumi par darba aizsardzību.

Metāliskais svins ir ļoti laba aizsardzība pret jebkuru radioaktīvo starojumu un rentgena stariem. Mēģiniet paņemt rokās ārsta rentgenologa priekšautu vai cimdsus, un jūs pārsteigs to lielais svars. Priekšauta un aizsargcimdu gumijā ievadīts svins, kas aiztur rentgena starus un pasargā rentgenologa organismu no šo staru graujošās iedarbības.

No radioaktīvā starojuma aizsargā arī stikls, kas satur svina oksīdus. Šāds svina stikls dod iespēju vadīt radioaktīvo materiālu apstrādi, lietojot šim nolūkam mehānisko roku — manipulatoru.

Medicīniskās aparatūras rūpnīca Kazaņā 1962. g. sāka sērijveidā ražot radiomanipulācijas aparātus darbam ar radioaktīvajiem izotopiem. Aparāts aizsargā operatoru ar biežām svina bruņām, bet manipulācijas komplekts dod iespēju imitēt vissarežģītākās cilvēka roku un pirkstu kustības līdz pat diegu ievēršanai medicīniskajā adatā.

Svins ir samērā mazaktīvs metāls, un daudzi metāli spēj to «izstumt» no šķīdinājuma. Uz šīs īpašības pamatojas efektīvi mēģinājumi. Tā, piemēram, no plānas cinka plāksnītes izgrieziet kaķa figūru un iegremdējiet to kādā svina sāļa šķīdumā. Drīz vien cinka plāksnīte pārklāsies

ar pelēkām adatiņām. Kaķim izaugs «kažoks». Cinks pārīet šķīdumā un, izstumjot svinu, izdala to uz plāksnītes virspuses. Pelēkās adatiņas ir svina kristāli.

Svins ir urāna un torija radioaktīvo pārvērtību neradioaktīvs gala produkts. Torija svinam atomsvars ir 208, urāna svinam masas skaitlis ir 206. Šo izotopu daudzums dabiskajā maisījumā attiecīgi ir 51,7 un 25,2%.

Dabā svina ir samērā maz — 0,0001% no zemes garozas kopīgā atomu skaita. Tomēr svinu saturošie minerāli — galenīts (svinaspīde vai svina sulfīds), cerusīts (svina karbonāts), anglezīts (svina sulfāts) un citi sastopami daudzās zemēs. Padomju Savienībā svina atradnes ir Urālos, Sibīrijā un citur. Svins vienmēr atrodas maisījumā ar citiem metāliem (polimetāliskās rūdas).

Svinu viegli iegūt no rūdas, jo tā kušanas temperatūra ir ļoti zema (tikai 327,4°C). No svarīgākās svina rūdas — galenīta svins viegli atdalāms no sēra. Lai izkausētu tīru svinu, galenītu apdedzina gaisā maisījumā ar ogļēm un atdala sēra dioksīdu.

Ne mazāk svarīgi ir arī dažādie svina savienojumi. Tā, piemēram, dažus svina oksīdus, kā arī to sāļus izmanto kā brīnišķīgas krāsas (piemēram, labi pazīstams ir svina mīnijs). Svina šķīstošos savienojumus lieto medicīnā kā sāpes remdinošu līdzekli, arī kā pretiekaisumu līdzekli. Svina šķīduma kompreses pazīst daudzi. Dažkārt šķīdumu saldās garšas dēļ sauc par svina cukuru. Tikai nav jāaizmirst par svina cukura lielo indīgumu.

Bieži vien uz automašīnas redzam uzrakstu — «etilētais benzīns». Gandrīz visas automašīnas strādā ar šādu benzīnu un manāmi saindē pilsētu gaisu ar... svinu. Etilētais benzīns satur tetraetilsvinu (TĒC), kas samazina degvielas detonāciju motorā, bet gaistošu savienojumu veidā caur slāpētāju nonāk ieelpojamā gaisā. Liels skaits zinātnieku intensīvi meklē līdzekļus tetraetilsvina nomaiņšanai ar citām, mazāk bīstamām, bet tikpat efektīvām vielām.

Stāstījumā par titānu bija teikts, ka vecās gleznas un svētbildes, kuras bija gleznotas ar krāsām, kas saturēja svina baltumu, laika gaitā apsūbēja. Bet, ja šādu gleznu berž ar vāju ūdeņraža pārskābes šķīdumu, sērūdeņraža iedarbībā izveidojies melnais svina sulfīds pārīet baltā savienojumā — svina sulfātā. Glezna kļūst gaiša —

atjaunojas. Izmantojot šo parādību, baznīcu kalpi vairākkārt «brīnumainā kārtā» atjaunojuši svētbildes, iztēlojot šādu «atjaunošanos» par brīnumu un tādā veidā muļķojot ticīgos.

Svētbilžu atjaunošanai sākumā izmantoja koncentrētu etiķskābes šķīdinājumu, bet 19. gs. beigās — 20. gs. sākumā lietoja etiķa esenci, kas nomelnējušai svētbildei ļoti labi nomazgāja pernicas kārtu, ar ko vienmēr pārklāja svētbildes. Kā redzams, nekādu brīnumu šāda «atjaunošanās» neslēpj.

VIEGLI KŪSTOŠO SAKAUSĒJUMU METĀLS

83. Bismuts — Bismuthum (Bi)

Skatītājam, kas sēž jauna teātra zālē, viegli uzliesmojošu materiālu noliktavas vai sprāgstvielu rūpnīcas strādniekiem nav ne jausmas, ka pret ugunsgrēku viņus sargā sakausējums, kas satur bismutu.

... Ja sāks gruzdēt portjera vai miksta krēsla sēdeklis, dūmus ne vienmēr pamanīs. Bet siltā gaisa plūsma ātri ceļas uz augšu. Tur caurām diennaktīm ir nomodā nemanāmais «ugunsdzēsējs» — tieva stieplīte no bismuta (14%), svina, alvas un dzīvsudraba sakausējuma. Sārti baltā metāla — bismuta kušanas temperatūra ir 271°C, bet minētā sakausējuma kušanas temperatūra — tikai 45°C. Tikko gaiss zem griestiem sakarst līdz sakausējuma kušanas temperatūrai, stieplīte izkūst, atspere, kas to satur, iedarbojas, savienojot kontaktu, un visās dienesta telpās sāk spalgi zvanīt elektriskie zvani, brīdinādami par briesmām. Ja tas notiek noliktavā, kur glabājas viegli uzliesmojošas vielas, bet nav cilvēku, tad no caurulēm, kas iebūvētas sienās, momentāni sāk izplūst ūdens straumes. Pēc trauksmes signāla no ugunsdzēsēju depo uz nelaiemes vietu ātri trauksies ugunsdzēsēju mašīnas.

Patlaban ir daudz viegli kūstošu sakausējumu ar bismuta piejaukumu. Mainot metālu proporciju bismuta sakausējumā, var iegūt dažādas kušanas temperatūras, sākot ar 45°C.

Ja rūpnīcas produkcijai kaitīga pārkaršana, var iekārtot bismuta signalizētāju. Ar tādu signalizētāju var viegli brīdināt par mašīnas vai būves jebkuras daļas bīstamu pārkaršanu.



Tiesa, pēdējā laikā ar bismuta sakausējumiem sekmīgi sākušas konkurēt pusvadītāju ierīces un vielas, kas spēj mainīt savu nokrāsu, mainoties temperatūrai.

Bismuta sakausējumus var viegli pielīmēt stiklam. Tāpēc tos visai ērti lietot spoguļu izgatavošanai un metālu pielodēšanai pie stikla. Katram zināms, ka kūstot metāla apjoms palielinās, bet sacietējot — samazinās. Izņēmums ir bismuts. Kūstot tā apjoms manāmi samazi-

nās. Lielākajai daļai vielu kušanas temperatūra pieaug, ievērojami palielinoties ārējam spiedienam, bet bismutam — viss otrādi!

Šī «pretrunīgā» metāla savienojumi cilvēcei jau sen pazīstami. Bismuta savienojumus pirmais aprakstīja alķīmiķis ar pseidonīmu Bazīlijs Valentīns. Metālisko bismutu izdalīja 1739. g. J. Pots. Nosaukuma *bismuts* cilme neskaidra. Pēc dažu autoru domām tas cēlies no vācu valodas; tā pamatā Rūdaskalnu vietvārds *Wiesen* un darbības vārds *muten* «rakt»; pēc citu domām tā izcelsme meklējama arābu valodā.

Bismuta dabā ir ļoti maz — 0,000 002% no zemes garozas atomu kopējā skaita. Tāpēc nav nekāds brīnums, ja bismuta ieguve visā pasaulē sasniedz tikai dažas tonnas. No šī daudzuma lielāko daļu izlieto pretugunsgrēku sakausējumu izgatavošanai. Nešķīstošos un grūti šķīstošos bismuta savienojumus lieto medicīnā kā baktericīdu un savelkošu līdzekli, iekšķīgi — zarnu katara un kuņģa iekaisuma gadījumos.

Bismuta organiskos savienojumus — dermatolu, kseroformu un citus, lieto kā dezinficējošas un sausējošas ziedes, arī brūču un grūti dzīstošu čūlu ārstēšanai.

Kodolenerģētika bismuta, tāpat kā citu elementu izmantošanai pavēra pavisam negaidītas perspektīvas. Bismuts slikti satver siltuma neitronus vai, lietojot kodolfizikas terminus, tam ir mazs neitronu satveršanas šķērssgrīzums.

Tāpēc kodolreaktoros kā šķidrmetālu siltuma nesējs būtu lietojams arī tīrais bismuts un bismuta sakausējums ar svīnu. Abi šie siltumnesēji ir sprādziendroši un ugunsdroši. Sevišķi perspektīvs ir bismuta un svina eitektiskais sakausējums (56,5% un 43,5%), kura kušanas temperatūra ir 125°C. Sakausējuma apjoma palielināšanās kūstot ir 1,3%. Tiesa, abiem siltumnesējiem nepieciešams liels enerģijas izlietojums cirkulēšanai, un tie izraisa cirkulācijas kontūra eroziju.

Iespējams, ka bismutu izmantos arī atomreaktoros kopā ar šķidrmetālu degvielu (urāna un bismuta sakausējums).

Beidzot stāstu par bismutu, atgādināsim, ka pirmo termoelementu bateriju konstruēja Ersteds un Furjē no anti-mona un bismuta sakausētām stieplītēm.

POLIJAI PAR GODU

84. Polonijs — Polonium (Po)

Šī elementa atklāšana saistīta ar Marijas Sklodovskas-Kirī un Pjera Kirī pazīstamajiem darbiem. Mazliet sīkāk par viņu darbu, par šo varonīgo epopeju pakavēsimies stāstījumā par rādiju.

Pētījot urāna dabisko radioaktivitāti, ko 1896. g. atklāja Anrī Bekerels (1852.—1908.), Kirī laulātais pāris ievēroja, ka dažādiem urāna savienojumiem ir dažāds radioaktivitātes līmenis, turklāt dažiem šis līmenis augstāks nekā tīrajam urānam. Viņi pareizi pieņēma, ka šādos savienojumos ir piemaisījums, kas dod stiprāku starojumu nekā urāns. Sākās neatlaidīgi meklējumi, kas beidzās ar pilnīgu uzvaru. 1898. g. jūlijā pēc pusotra gada ilga, nepārtraukta darba Pjers un Marija Kirī (1859.—1906.; 1867.—1934.) ieguva nelielu daudzumu jaunās vielas, kas bija līdzīga niķelim. Izrādījās, ka šī viela ir 300 reižu radioaktīvāka par urānu. Dažādos mēģinājumos pārbaudot šo vielu, zinātnieki pārliecinājās, ka viņi atklājuši jaunu, vēl nezināmu elementu. Par godu Marijas Sklodovskas-Kirī dzimtenei Polijai viņi šo vielu nosauca par poloniju.

Polonijs pieder pie vismazāk izplatītiem elementiem dabā. Polonija saturs zemes garozā nav lielāks par procenta daļu, kurā pirmais nozīmīgais cipars atrodas piec-

padsmītajā vietā aiz komata. Brīvā veidā poloniju izdalīja ar elektrolīzi no sāļa šķīduma. Tā kušanas temperatūra — 254°C, blīvums — 9,4 g/cm³.

Pēc savām fizikālajām īpašībām polonijs līdzīgs periodiskajā sistēmā blakus stāvošajiem elementiem — tallījam, svinam un bismutam, turpretī pēc ķīmiskajām īpašībām tas ārkārtīgi līdzīgs telūram. Polonijam ir 27 izotopi ar masas skaitļiem no 192 līdz 218. Visi polonija izotopi ir radioaktīvi. Vispieejamākais un tāpēc arī vislabāk izpētītais ir polonija izotops ar masas skaitli 210.

Pamatojoties uz D. Mendeļejeva periodisko likumu, polonija pastāvēšana dabā bija paredzēta jau 28 gadus pirms M. Sklodovskas-Kīri atklājuma.

Patlaban par polonija rūpnieciskajām atradnēm kļuvuši atomreaktori. Apstarojot ar neitroniem bismutu, te iegūst ievērojamos daudzumos poloniju. Sevišķu interesi polonijs izraisa kā α -daļiņu avots. Polonija izotops, kura masas skaitlis ir 210, izstaro tikai α -daļiņas, turklāt vairāk nekā 4000 reižu intensīvāk par rādiju.

Ir zināms, ka α -daļiņas jonizē gaisu, bet jonizētajam gaisam ir lielāka ķīmiska aktivitāte. Padomju izgudrotājs Presņakovs ieteica oriģinālu variantu polonija jonizējošo spēju izmantošanai. Pēc viņa projekta plāksnīte, kas pārklāta ar poloniju-210, jāievieto gaisa vadā martenkrāsns vai domnas priekšā.

Jonizētais gaiss veicinās kurināmā intensīvāku un pilnīgāku sadegšanu. Lai gan polonijs-210 pieder pie visvērtīgākajām dabiskajām radioaktīvajām vielām, tomēr plāksnīte, kas pārklāta ar izotopa kārtiņu, var strādāt kā jonizators daudzus mēnešus.

Burtiski tikai dažos pēdējos gados sīki izpētītas polonija ķīmiskās īpašības. Konstatēts, ka tas veido milzīgu skaitu komplekso savienojumu un ir visspēcīgākais koloidu veidotājs, stabili adsorbējoties uz ķīmisko trauku un filtru sienām. Tas padara bīstamo darbu ar poloniju vēl bīstamāku un sarežģītāku. Ņemot vērā polonija un tā savienojumu ātro adsorbciju, jābūt ārkārtīgi piesardzīgam, strādājot ar šo elementu, jāvalkā speciāls aizsargtērps, speciāli apavi utt.

Radioaktīvo elementu pirmatklājēji — Kīri laulātais pāris, kuriem, protams, nebija ne jausmas par viņu atklāto radioaktīvo elementu īpašībām, strādāja bez jebkādam

aizsardzības ierīcēm, un to rokas bija stipri notraipītas ar radioaktīvo savienojumu atomiem.

1955. g. Kirī laulātā pāra znots Frederiks Žolio-Kirī (1900.—1958.) nolēma izpētīt Marijas Kirī piezīmju grāmatiņu ar jutīgu fotogrāfijas papīru. Pieliekot fotopapīru piezīmju grāmatiņas lappusēm un pēc neilgas ekspozīcijas to attīstot, Frederiks Žolio-Kirī konstatēja uz papīra dažāda lieluma un formas melnus punktiņus. Tā tika nofotografētas tās vietas uz piezīmju grāmatiņas lappusēm, kuras bija notraipītas ar radioaktīvām vielām.

Bet vienā no piezīmju grāmatiņas lappusēm — lappuses labajā apakšējā stūrī Žolio-Kirī atklāja skaidri konturētu, ovālu plankumu, kas, to rūpīgāk apskatot, izrādījās par cilvēka pirksta nospiedumu. Izmērot tā formu un lielumu, izrādījās, ka tas pieder virietim. Tas bija Pjera Kirī pirksta nospiedums!

Cik liels gan bija Pjera Kirī ar nedzīstošām vātīm klāto roku radioaktīvais saindējums, ja 60 gadu pēc viņa nāves (Pjers Kirī gāja bojā 1906. g. 19. aprīlī) pēdas, kas palika no viņa pirksta pieskāriena, vēl arvien deva skaidru radioaktīvu nospiedumu!

Polonija α -starojums noārda stiklu un kvarcu, aizlodētās ampulas sasprāgst no ātri pieaugošā hēlija spiediena. Polonija-210 temperatūra ir vienmēr augstāka par apkārtējās vides temperatūru sakarā ar α -daļiņu bremsēšanu pašā polonija masā. Tāpēc to arī nosauca par elementu ar liesmainu sirdi. Polonija savienojumu krāsu grūti noteikt. Gaisa slānis ap preparātu spīd zilganā krāsā, spīd pati ampula, kā arī preparāts, kas tajā atrodas.

Pēdējie pētījumi pierādījuši, ka radioaktīvais polonijs atrodas tabakā un dažos citos augos. «Visu mūžu,» ziņo amerikāņu zinātnieki, «mēs savos dzīvokļos, automašīnās un birojos diendienā uzspridzinām nāvi nesošās polonija bumbas.»

Par plaušu vēža cēloni, kas sevišķi izplatīts smēķētāju vidū, ārsti līdz šim uzskatīja sveķus, kuri rodas, sadegot tabakai, kas satur benzpirēnu. Jaunākie pētījumi pierādījuši, ka cēlonis meklējams citur; kopā ar degošā papirosa dūmiem smēķētāja plaušās nonāk polonija savienojumi, izraisot smagas sekas. Tātad tabakas dūmi bīstami ne tikai smēķētājiem vien.

NESTABILAIS

85. Astats — Astatine (At)

Astata atklāšanas vēsturē ir daudz kā kopīga ar tehnicija atklāšanas vēsturi.

Astata pastāvēšanu pareģoja D. Mendelejevs jau 1870. g., nosaucot to par ekajodu. Veselus 70 gadus astats bija zinātniekiem nezināms, un, tāpat kā tehniciju, to neskaitāmas reizes atklāja dažādi pētnieki visdažādākajos objektos un ar visdažādākajām metodēm.

Amerikāņu fiziķis Freds Alisons, pētidams gaismas staru īpašības šķīdumos, atrada pēc viņa domām drošu līdzekli, kā atklāt retos elementus.

1931. g. Alisons ziņoja, ka ekstraktā, kas iegūts, apstrādājot monacītu ar karaļūdeni, viņš konstatējis kāda elementa pēdas, kurš pēc visām pazīmēm atbilst Mendelejeva ekajodam. Alabamas štatam par godu Alisons jauno elementu nosauca par alabamiju, un simbols Ab uz laiku aizpildīja tukšo 85. rūtiņu.

Bet... liktenis nebija lēmis alabamijam pastāvēt! Izrādījās, ka metode, ko lietoja Alisons, daudzējādā ziņā atkarīga no pētnieka subjektīvās uztveres. Alabamijs pēc vairākām nopietnām pārbaudēm izzuda kā mirāža. Tabulas rūtiņa atkal bija tukša.

Neattaisnojās arī mēģinājumi atrast ekajodu Travankoras monacītā, kur arī it kā atrasts elements ar kārtas skaitli 85. Bez rezultātiem beidzās arī ekajoda meklēšana starp radioaktīvo izotopu sāļiem, lai gan nopietnos zinātniskos žurnālos ne vienreiz vien parādījās nosaukumi, kas tika doti atklātajam ekajodam.

Bija nepieciešams gadiem ilgs sasprindzināts darbs, tūkstošiem visprecīzāko eksperimentu, milzīgs skaits aprēķinu, neskaitāmas pārbaudes, iekams pēc vācu ķīmiķu Hāna (1926. g.), Ternera (1940. g.), austriešu pētnieku Karlika un Bernerta (1942.—1943. g.) pētījumiem zinātnieki varēja droši pateikt, ka ekajods pastāv dabā kā urāna un torija radioaktīvo pārvērtību ļoti rets produkts.

Bet, pirms ekajodu meklēja dabā, to vispirms ieguva mākslīgi. 1940. g. pētnieki radiologi Korsens, Makenzijs un Segrē ieguva pirmo ekajoda izotopu. To izdalīja, bombardējot bismutu-209 ar augstas enerģijas α -daļiņām. Vēlāk astata izotopus ieguva, bombardējot zelta izotopus

ar sevišķi smagiem lādiņiem — ar sešvērtīgā oglekļa joniem. Atklāja arī citas iespējas, kā iegūt astatu.

Patlaban zināmi 20 šī elementa radioaktīvie izotopi; neviens no tiem nav vairāk vai mazāk stabils. Visstabilāko pussabrukšanas periodi nepārsniedz dažas stundas (8,3 stundas astatam-210, 7,2 stundas astatam-211).

Citi astata izotopi, kas pastāv dabā un kuru atomsvars ir 215, 217, 218 un 219, dzīvo vēl mazāk. Vismazākais pussabrukšanas periods ir astatam-214... $2 \cdot 10^{-6}$ sekundes! Tāpēc kļūst saprotams elementa nosaukums, jo grieķu valodā vārds ἀστατος nozīmē «nestabilais».

Astatā apvienojas tipiska haloīda īpašības ar dažām metālu īpašībām. Līdzīgi savam tuvākajam radniekam — jodam astats koncentrējas tieši vairogdziedzerī. Tomēr atšķirībā no joda radioaktīvā izotopa, kuram ir spēcīgs β -starojums, astats ir maigs γ -starotājs. Tāpēc astata iedarbības efekts uz apkārtējiem audiem ir ierobežots un tā izmantošana medicīnā — perspektīva.

Kā ķīmisks elements astats dabā ir ļoti maz izplatīts. Tā ir šī elementa īpatnība, jo zemes garozā esošo astata daudzumu var ievietot... trijos uzpirkstēņos. Daba šai ziņā ir ļoti nabadzīga, vismaz uz zvaigznēm un Saules astats nav konstatēts.

GĀZE — SMAGSVARS

86. Radons — Radon (Rn)

Gāzei, par kuru gribam īsumā pastāstīt, ir neparastas īpašības, kas pētniekos izraisīja ne mazumu izbrīna (radonu atklāja 1900. gadā franču zinātnieks A. Debjerns un angļu zinātnieks E. Rezerfords). Tā spīd tumsā, bez sildīšanas izstaro siltumu, ar laiku veido jaunus elementus: viens no tiem ir gāzveida, otrs — cieta viela. Radons 110 reizes smagāks par ūdeņradi, 55 reizes smagāks par hēliju un vairāk nekā 7 reizes smagāks par gaisu. Viens litrs šīs gāzes sver gandrīz 10 g. Bet nevienam zinātniekam vēl līdz šim nav izdevies savākt kopā tādu daudzumu. Un pat ja ar kādas fantastiskas metodes palīdzību izdotos iegūt šādu gāzes daudzumu, tad, kā norādīja profesors Rezerfords, nekāds trauks to nevarētu saturēt. Siltuma daudzums, ko izstarotu šī gāze, būtu tik milzīgs, ka viegli izkustu jebkurš trauks.

Kā sauc šo brīnišķīgo gāzi? Tai bija trīs nosaukumi. Un katram ir sava vēsture.

Pēc rādija atklāšanas, kad zinātnieki ļoti aizrautīgi iedziļinājās radioaktivitātes noslēpumos, tika konstatēts, ka cietās vielas, kas atrodas tuvos kaimiņos ar rādija sāļiem, kļuva radioaktīvas, taču pēc dažām dienām šo vielu radioaktivitāte bez pēdām pazuda. Fizikis Dorns, kas pētīja šo parādību, secināja, ka rādijs nepārtraukti izstaro radioaktīvu vielu, kas nemanāmos daudzumos nosēžas uz tuviem priekšmetiem. Šī viela savukārt izrādījās par radioaktīvu gāzi, ko Rezerfords nosauca par rādija emanāciju. Vārds emanācija cēlies no latīņu valodas un nozīmē «iztecēšana».

Rādija emanācijai piemīt spēja spīdēt tumsā, un tas piešķir minerālam vīlemītam (cinka silikātam) brīnišķīgu spīdumu, tāpēc angļu zinātnieks Ramzejs lika priekšā rādija emanāciju nosaukt par nitonu (no latīņu vārda *nitens* «spožums»).

Piecpadsmit gadus vēlāk — 1931. g. pēc Starptautiskās radioaktivitātes komisijas lēmuma nitonu pārdēvēja par radonu. Starp citu, piedēklim *-on*, ko pievienoja radioaktīvā elementa nosaukumam, kā vienojās zinātnieki, bija jānozīmē, ka runa ir par šo elementu radioaktīvās sabrukšanas gāzveida produktiem (torons — torijam, aktinons — aktīnijam). Torons un aktinons ir radona izotopi.

Radons ir bezkrāsaina gāze, ķīmiski pilnīgi inerta, tāpat kā periodiskās sistēmas pārējās nulles grupas gāzes. Radons labāk nekā citas inertās gāzes šķīst ūdenī (100 daļās ūdens šķīst 50 daļas radona). Atdziestot līdz -62°C , radons sabiezē šķidrumā, kas 7 reizes smagāks par ūdeni (šķidrā radona blīvums ir gandrīz vienlīdzīgs cinka blīvumam). — 71°C temperatūrā radons sasilst.

Rādija sāļu izdalītais radona daudzums ir ļoti mazs, un, lai iegūtu vienu litru radona, nepieciešami 500 kg rādija, bet visā pasaulē 1950. g. ieguva ne vairāk par 700 g rādija.

Radons ir radioaktīvs elements, tas sabrūk par hēliju un polonija izotopu.

Ir zināmi 16 radona izotopi, no kuriem visizplatītākais ir radons ar masas skaitli 222 un pussabrukšanas periodu 3825 diennaktis. Radona-222 daudzums zemes garozas vir-

sējos slāņos divu kilometru biezumā, pēc aptuveniem aprēķiniem, ir 115 t.

Radons niecīgos daudzumos izšķīdušā stāvoklī atrodas minerālūdeņu avotos, ezeros un dziedniecības dūnās. To satur gaiss, kas atrodas alās, grotās, dziļās, šaurās ielejās. Atmosfēra pēc tilpuma satur $5 \cdot 10^{-18}\%$ — $5 \cdot 10^{-21}\%$ radona.

Sevišķi daudz radona ir urāna šahtu gaisā, kur tas uzkrājas, difundējot no rūdas vai šahtu ūdeņiem. Radons labi šķīst dažādos organiskos šķīdinātājos, tai skaitā taukos, padarot tos zināmā mērā bīstamus cilvēkam. Tāpēc urāna šahtās nepieciešama ļoti pārdomāta un rūpīgi organizēta darba aizsardzība. Protams, kapitālistiskajās valstīs urāna drudža lēkmē uzņēmēji vispirms domā par biznesu un nevis par strādniekiem. Un nav nekāds brīnums, ja aiz robežām šahtu kalnrači diezgan bieži slimo ar bronhu un plaušu vēzi.

Tehnikā radonu izmanto kā iezīmēto atomu nesēju gāzes noplūdes konstatēšanai apakšzemes cauruļvados un metalurģijā, lai noteiktu gāzes caurplūdes laiku domnās utt. Medicīnā radonu izmanto dažu ļaundabīgo audzēju ārstēšanai; radonu šim nolūkam ievieto plānsieniņu kapilāros vai piejauc ziedēm, kas gatavotas no eļļām, kurās radons labi šķīst.

Minerālūdeņu un ārstniecības dūņu labvēlīgo iedarbību dažādu slimību ārstēšanā daži zinātnieki izskaidro ar radona iedarbību, kurš niecīgos daudzumos izšķīdis ūdenī un dūnās. Sasniedzis nervu galus, kas atrodas ādā, un nokļuvis elpošanas ceļos, radons iedarbojas arī uz iekšējiem orgāniem un audiem. Radons aktīvi noārda ļaundabīgos jaunveidojumus audos, neskarot veselos audus. Ūdeni, kurā ir palielināts radona daudzums, medicīnā izmanto radona vannām. Radonu izmanto arī zinātniskos pētījumos sakarā ar radioaktivitātes parādībām. Par jaunām radona atradnēm kļuvuši atomreaktori, kuros radons rodas kā kodolreakciju produkts.

ISMŪŽA ELEMENTS

87. Francijs — Francium (Fr)

Elementu ar kārtas skaitli 87 D. Mendelejevs paredzēja jau 1870. g. Tomēr 69 gadus vieta periodiskajā sistēmā ar virsrakstu «kacēzijs» palika tukša.

Pēc tam kad atklāja rādiju un noteica radioaktīvo elementu ģimenes, kuras rodas secīgu radioaktīvo pārvērtību rezultātā, zinātnieki izteica domu, ka 87. elementa dzīvoklim, kas atrodas uz robežas starp periodiskās sistēmas 9. un 10. rindu, tā sakot, radioaktīvo īrnieku dzīvokļu pašā biežumā, arī jāpieder radioaktīvam saimniekam.

Tā kā rubīdija dabā ir 87 reizes mazāk par kāliju, bet cēzija 43 reizes mazāk nekā rubīdija (tātad sārmaino metālu izplatība samazinās, palielinoties to masas skaitlim), kļuva saprotams, ka 87. elementam jābūt retam, un iespējams, ka tā dabā vispār nebūs.

Taču šo pieņēmumu pareizību vai nepareizību varēja izšķirt tikai rūpīgi meklējumi.

Uzsākot ekacēzija meklēšanu, zinātnieku arsenālā bija dažādas pētišanas metodes. Daļa zinātnieku cerēja atrast ekacēziju ar ķīmiskās analīzes labi pārbaudītajām, vecajām metodēm, citi turpreti paļāvās uz spektroskopijas augsto jutīgumu, trešie — uz rentgena staru nekļūdību, bet bija arī zinātnieki, acīmredzot progresīvāki, kuri bija pārliecināti par radioaktīvo metožu precizitāti.

Un kur gan tikai nemeklēja ekacēziju! Kādos tālos, bīstamos ceļojumos nav devušies zinātnes cīnītāji, lai tāpat kā teiksmaino ugunsputnu meklētu ekacēziju.

Angļu zinātnieks Friends devās ceļojumā pat uz tālo Palestīnu, uz Nāves jūras krastiem.

Ārkārtīgi lielā sāļu koncentrācija, kas tūkstošiem gadu bija uzkrājusies Nāves jūrā, — lūk, kāds bija Frenda galvenais mērķis, dodoties ceļojumā uz tālo bibeles stāstu zemi. Friends bija pārliecināts, ka ekacēzijam kā Nāves jūras sāļu sastāvā ietilpstošo sārmaino metālu pārstāvim noteikti jāatrodas starp tiem kaut vai niecīgos daudzumos. Bet... ekacēzija meklēšana rezultātus nedeval.

Arī spektroskopijai, kas tik viegli atklāja ekacēzija radniekus — rubīdiju un cēziju, panākumu nebija. Spektroskopa objekta priekšā stājās gan jūras sāļi, reti muzeja minerāli, jau sen izmirušu dzīvnieku kaulu pelni, gan arī daudz citu vielu, ko pētišanai sameklēja zinātnieku plaša fantāzija. Bet veltīgi! Ekacēzija starp tām nebija.

Saprotams, arī atklājumi neizpalika. Tā, piemēram, amerikāņu zinātnieki Papišs un Vainers, sagatavodami no 10 kg retā minerāla samarskīta, kas satur cēziju un rubīdiju, visstiprāko koncentrātu, ar spektroskopijas palīdzību atrada tajā jaunu elementu. Taču drīz vien noskaidrojās,

ka par «atklājumu» jāpateicas defektam spektroskopa kal-
cita kristālā. Neattaisnojās arī ķīmiķa Hulubeja pieteikums par ekacēzija atrašanu retā minerālā poluksā (cēzija alumosilikāts). Ekacēzija atklāšanas vēsture gan tika papildināta ar jauniem nosaukumiem, turpreti pats ekacēzijs joprojām palika nenotverams.

Izmantodams tā saucamo magnetooptisko pētīšanas metodi, amerikāņu fiziķis F. Alisons atrada ilgi gaidīto ekacēziju minerālā lepidolitā. Par godu savai dzimtenei — Virdžīnijas štatam Alisons jaunatklāto elementu nosauca par virdžīniju. Bet arī tas izrādījās par kārtējo neveiksmi. Magnetooptiskā metode, ko ieteica Alisons, izrādījās kļūdaina, un ekacēzijs tā arī palika neatrasts.

Labāk veicās zinātniekiem, kuri nolēma meklēt ekacēziju, pētījot radioaktivitāti. Radioķīmiķis Kranstons, pētīdams tīru aktīnija izotopa sāļu preparātu (aktīniju-227), atklāja tajā vāju α -aktivitāti, kuras rezultātā noteikti jāveidojas ekacēzijam ar atomsvāru 224. Kranstona atklājumu gadu vēlāk apstiprināja radioķīmiķi Meijers, Hess un Panets.

Taču zinātnieki, kuriem atmiņā bija vēl saglabājusies vesela sērija ekacēzija atklāšanas kļūdu, uzņēma Meijera, Heša un Paneta panākumus visai skeptiski. Bija izteikta doma, ka novērojamā α -aktivitāte aktīnijam izskaidrojama ar periodiskās sistēmas kaimiņu rūtīņas elementa protaktīnija piemaisījumu aktīnijā. Pareizu rezultātu varēja sasniegt tikai pēc jauniem, visai rūpīgiem mēģinājumiem. Šos mēģinājumus pārtrauca pirmais pasaules karš.

Tikai 1938. g. beigās franču atompētniece Margarita Perē (dzim. 1909.) nolēma atjaunot aizmirstos Meijera, Heša un Paneta pētījumus. Pētījot rūpīgi attīrītu aktīnija paraugu, Margarita Perē atrada aktīnijā radioaktīvās «ķēdītes».

Par radioaktīvām ķēdītēm radiologi sauc radioaktīvā elementa spējas starot divu veidu daļiņas — α -stārus un β -stārus. Tā rezultātā radioaktīvais elements vienlaicīgi dod divus radioaktīvās sabrukšanas produktus.

Pierādījusi, ka aktīnijam ir radioaktīvās ķēdītes, Margarita Perē rūpīgi izpētīja to zaru produktus. Viens no tiem, kas staroja β -stārus un kura mūža ilgums bija ļoti īss, nekad vēl nebija atzīmēts dabā. Tas arī bija ekacēzijs! 1939. gadā Margarita Perē paziņoja, ka atklāts elements ar kārtas skaitli 87. Savai dzimtenei Francijai par

godu zinātniece jauno elementu nosauca par franciju. 87. dzīvoklī, kas 70 gadus bija stāvējis tukšs, parādījās jaunā iemītnieka iniciāļi.

Vēlākie pētījumi apstiprināja Margaritas Perē atklājuma pareizību. Francijs-ekacēzijs izrādījās par aktīnija-227 radioaktīvās ķēdītes produktu. 98,8% no tā sastāva ir β -zars un tikai 1,2% — α -zars.

Francijam patlaban zināmi 8 izotopi. Lielākā daļa ir α -aktīvi. Visilgāk dzīvojošo izotopu pussabrukšanas periodi ir ļoti mazi — tikai ... divdesmit minūtes!

Vienīgais dabiskais francija izotops, kas rodas aktīnija α -sabrukšanā, ir francijs-223. Tā pussabrukšanas periods ilgst 21 minūti.

1952. g. Kongo urāna rūdā atrada neptūnija izotopu ar atomsvāru 237, kura radioaktīvās sabrukšanas rindā saskaņā ar padomju fiziķa Poņizovska aprēķiniem bija jārodas arī francijam. Taču neptūnijs rodas tik niecīgos daudzumos (uz vienu daļu urāna ir $1,8 \cdot 10^{-12}$ daļas neptūnija), ka no neptūnija iegūto franciju ar pašreizējām izmeklēšanas metodēm nav iespējams konstatēt.

Francija dabiskā izotopa dabā ir visai maz. Radiologi aprēķinājuši tā daudzumu. Tas ir ļoti niecīgs un visā zemeslodes garozā sasniedz tikai ... 520 g!

Ko var teikt par franciju kā par elementu? Patlaban vēl ļoti maz. Francija vissvarīgākās īpašības var raksturot, sākot ar vārdu «vis»: vissārmainākais, vismetāliskākais, visaktīvākais starp metāliem, vismazāk izpētītais, vismazāk lietotais.

Runājot par francija izmantošanu, jāpiebilst, ka to kā aktīnija radioaktīvā sabrukuma produktu var izmantot aktīnija noteikšanai dabiskajos objektos.

MARIJAS UN PJERA KIRĪ ĢENIĀLAIS ATKLĀJUMS

88. Rādijs — Radium (Ra)

Dažām vielām piemīt apbrīnojamas īpašības: ja šādu vielu apgaismo ar saules stariem, ar kvarca lampas gaismu vai ar citu spēcīgu gaismas avotu, tā ilgi spīd. Šo parādību sauc par fosforescenci. To 1602. g. atklāja Vinčenco Kaskarolo, Boloņas kurpnieks.

Īslaicīgas darbības spīdošos sastāvus pirmo reizi ieguva vairāk nekā pirms 300 gadiem Itālijā, Boloņā (no kā arī

cēlies to nosaukums «Boloņas fosfori»), karsējot ar oglēm smago špatu (bārija sulfātu).

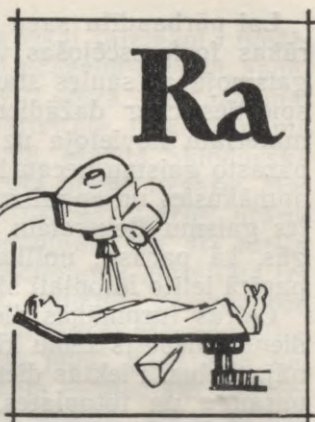
Ritēja gadu desmiti. Pienāca 19. gs. Zinātniskajos žurnālos šād tad parādījās ziņas par jaunām fosforescējošām vielām, jauniem mēģinājumiem un novērojumiem. Taču šādām ziņām nepievērsa uzmanību, tās neizraisīja zinātniskus strīdus un palika gandrīz vai neievērotas.

Par fosforescences parādību ieinteresējās arī toreiz vēl maz pazīstamais Parīzes profesors Anrī Antuāns Bekerels (1852.—1908.). Bet drīz vien viņa vārds kļuva zināms zinātnieku aprindās ne tikai Francijā, bet arī citās zemēs. To veicināja šāds notikums.

1896. g. 4. janvārī izcilais vācu fiziķis Vilhelms Konrāds Rentgens sīki aprakstīja paša nesen atklātos starus, kuriem piemita liela caurspiešanās spēja. Šie stari, kurus Rentgens Vācu fiziķu biedrības sapulcē nosauca par x-stariem, pilnīgi brīvi izspiedās caur papīru, koku, cilvēka ķermeņi un pat caur metāliem. Drīz vien ziņa par noslēpumaino staru atklāšanu kļuva ne tikai par zinātnieku, bet arī par daudzu dabaszinātņu amatieru ieguvumu. Un pēc ziņojuma par to, ka uzņēmīgs ārsts ar staru palīdzību noteicis lodes iestrēgšanas vietu pacienta ķermeņī un ar sekmīgu operāciju izglābis slimnieku, x-stari kļuva sevišķi populāri. Modernos salonos demonstrēja x-staru aparātu shēmas, bet nereti izklaidēšanās nolūkos, izskatot ar rentgena stariem cilvēkus, kuri to vēlējās, uz ekrāna demonstrēja skeletu attēlus.

Skeleta attēls uz ekrāna bija redzams tāpēc, ka Rentgena atklātie stari izspiedās caur dažādām vielām nevienādi. Organisma kauli, kā arī metāli absorbē šos starus spēcīgāk nekā āda, muskuļi, ķermeņa mīkstie audi vai apģērbs.

Rentgena atklājums stimulēja Bekerela darbus. Bekerels pievērsa sevišķu uzmanību tai rindkopai Rentgena ziņojumā, kur bija teikts, ka vieta stikla caurulē, no kuras iznāk x-stari, spīd dzeltenī zaļā krāsā. Bekerels bija tais domās, ka x-starus izstaro visas fosforescējošas vielas.



Lai pārbaudītu savu pieņēmumu, Bekerels izpētīja vairākas fosforescējošas vielas. Šim nolūkam viņš tās apgaismoja ar saules stariem. Zinādams, ka x-stari var izspiesties caur dažādiem materiāliem, Bekerels izpētāmo materiālu novietoja uz fotoplates, kas bija ietīta melnā, parasto gaismu necaurlaidīgā papīrā. Reiz, kad diena bija apmākusies un apgaismot pētāmās vielas paraugu ar saules gaismu Bekerelam neizdevās, viņš darba dienas beigās, kā parasti, nolika sagatavoto paraugu un melnajā papīrā ietīto fotoplati skapī.

Cetras turpmākās dienas bija Parīzei tipiskas janvāra dienas: debesīs zemu klīda mākoņi, bija apmācies, smidzināja lietus. Piektais dienas rītā Bekerels izņēma no skapja paraugu un fotoplates, lai turpinātu pētīšanu. Cik liels bija Bekerela izbrīns, kad, attīstot fotoplati, neskaidra, izplūduša un pat apšaubāma plankuma vietā atklājās skaidrs, neparasti melns uz plates noliktā vielas gabaliņa nospiedums.

Bekerels izdarīja vēl vienu mēģinājumu, bet rezultāts bija tas pats. Iepretī izpētāmās vielas gabaliņam (bet tas bija urāna savienojums) bija redzams skaidrs nospiedums! Atkal viens izmēģinājums, tā atkārtojums, jauni apstākļi. Viss bija tāpat, kā iepriekšējos izmēģinājumos! Mēģinājumus atkārtoja ar daudzām vielām, bet tikai tās vielas, kas saturēja urānu, deva skaidru plankumu uz segtās fotoplates, turklāt nomelnējuma intensitāte bija tieši proporcionāla attiecīgā vielā esošā tīrā urāna daudzumam un kontakta ilgumam. Likās, ka urāns ir fotoplašu nomelnējuma vienīgais vaininieks. Bekerels tā arī secināja. Bet drīz vien viņam bija no šīs domas jāatsakās. Pētīdams urāna rūdu, kas pazīstama ar Bohēmijas piķa rūdas nosaukumu, Bekerels konstatēja, ka tā iedarbojas daudz spēcīgāk, nekā to varēja gaidīt pēc tajā esošā urāna daudzuma. To Bekerels nevarēja saprast un vēl jo mazāk izskaidrot.

Fotoplate izrādījās par diezgan neērtu instrumentu urāna staru noteikšanai. Un bija nepieciešama ērta un pieejama metode staru plūsmas kvantitatīvai noteikšanai. Šo uzdevumu sekmīgi atrisināja fiziķis profesors Pjers Kirī. Izrādījās, ka urāna staru iedarbībā gaiss kļūst par elektrības vadītāju. Jo vairāk šo staru nokļūst telpā starp divām elektriski lādētām metāla plāksnītēm, jo ātrāk tās zaudē savus lādiņus.

Aparāts tika konstruēts, tas bija tikai jāizmanto noslēpumaino urāna staru pētīšanai. Šo uzdevumu veikt apņēmās Marija Sklodovska — Pjera Kirī sieva. Saprazdama, ka Bohēmijas rūdas palielinātā aktivitāte izskaidrojama ar nezināma elementa klātbūtni rūdā, Marija Sklodovska sāka to meklēt. Drīz vien bija izcīnīta pirmā uzvara: Marija Sklodovska konstatēja, ka starus, kas līdzīgi urāna stariem, staro ne tikai urāna savienojumi, bet arī torija savienojumi. Bet... dažu torija savienojumu aktivitāte izrādījās spēcīgāka, nekā to varēja sagaidīt, secinot pēc tīrā torija satura. Tas apstiprināja jau agrāk Marijas Sklodovskas izteikto pārliecību, ka dabā jābūt pagaidām vēl nepazīstamam radioaktīvam ķīmiskam elementam. Šī elementa meklēšana kļuva par Kirī laulātā pāra dzīves mērķi.

Daudzās grāmatās, rakstos, stāstos tēlaini tiek aprakstīts šī elementa meklēšanas patiesi varonīgais un milzīgais darbs. Tas bija jāveic ārkārtīgi grūtos, burtiski necilvēcīgos apstākļos — šķūnī ar cauru jumtu un asfalta grīdu. Ar abu pašreizējā cilvēku rokām tika pārstrādātas veselas tonnas urāna rūdas, kas ar lielām grūtībām bija saņemta no Austrijas valdības, un iegūti pirmie jaunā elementa — polonija sāļa graudiņi. Polonija savienojumiem bija milzīga aktivitāte un spēcīgs starojums, bet tas vēl nebija tīrais polonijs. Tajā bija arī piemaisījumi. Kā tos izdalīt? Kā noteikt īpašības, ja sāļa graudiņi pēc izmēra nav lielāki par kniepadatas galviņu? Un atkal viņi ķērās pie darba! Paiet vēl pieci mēneši, un Pjers un Marija Kirī izcīna jaunu uzvaru, iegūstot apmēram vienu desmitdaļu grama noslēpumainā elementa sāļa. Jaunā elementa neparastās spējas starot ierosināja pētniekus nosaukt to par rādiju (no latīņu val. vārda *radius* «stars»). Pašu parādību izstarot starus nosauca par radioaktivitāti.

1910. g. ar rādija hlorīda elektrolīzi ieguva rādiju tīrā veidā. Pēc ārējā izskata tas neatšķiras no lielākās daļas metālu, kuriem ir sidrabaini balta krāsa, taču pēc īpašībām tam līdzīgu nav. Tā aktivitāte ir vairāk nekā miljons reizi lielāka par urāna aktivitāti, rādija sāļi spīd tumsā, nepārtraukti izdala siltumu. Siltuma daudzums, ko izdala viens grams rādija, ir 250 000 reizu lielāks nekā siltuma daudzums, kas rodas, sadegot tādām pašām daudzumam ogļu. Vienas stundas laikā no 1 g rādija izdalās 140 mazo

kaloriju siltuma, un tā tas turpinās vairākus tūkstošus gadus ilgi!

Jaunajam elementam piemita neparasta fizioloģiska iedarbība, ko pirmais pamanīja Anri Bekerels. Reiz Bekerels paņēma no Pjera Kirī nelielu daudzumu rādija, lai demonstrētu studentiem tā īpašības. Ar ampulu vestes kabatā Bekerels nostaigājis vairākas stundas. Pēc pāris dienām viņš sajuta degošas sāpes tieši tai ķermeņa vietā, kur atradās vestes kabata. Apskatot sāpīgo vietu, Bekerels ieraudzīja, ka āda stipri sasarkusi un radies apdegumam līdzīgs plankums. Vēlāk šī vieta sāka sāpēt, āda saplaisāja un radās čūla. Pētiot rādija iedarbību uz organismu, Pjers Kirī brīvprātīgi izdarīja ar sevi eksperimentu. Viņš piesēja ampulu ar rādija sāli rokai un pārlicinājās, ka šī viela spēj izraisīt ilgi nedzīstošas čūlas.

Rādijs noārda ne tikai veselus audus, bet iznīcina arī ļaundabīgus jaunveidojumus, izārstējams ādas vēzi. Šādas īpašības iedvesa cerības, ka varēs sekmīgi cīnīties ar slimību, pret kuru cilvēcei nebija vēl iedarbīgu līdzekļu.

1904. g. franču rūpnieks Armē de Lils izteica tiem laikiem pārdrošu domu par... rūpnīcas celšanu rādija iegūšanai medicīniskiem nolūkiem. De Lila projektu realizēja, un daudzējādā ziņā to sekmēja Marija un Pjers Kirī, kas šai sarežģītajai ražošanas nozarei sagatavoja pieredzējušus darbiniekus. Rādiju sāka pārdot, tiesa, minimālos daudzumos un par pasakaini augstām cenām. Tas kļuva pieejams zinātnei. Zinātnieku skaits, kuri pētīja rādija īpašības, pieauga ar katru gadu. Rādiju pētīja desmitiem zinātnieku. Viņi konstatēja, ka rādija starošana ir ļoti sarežģīta parādība. Magnētiskā un elektriskā lauka iedarbībā starojums sadalījās sastāvdaļās. Šīs sastāvdaļas pēc grieķu alfabēta pirmajiem burtiem nosauca par α -, β - un γ -stariem.

Izrādījās, ka α - un β -stari ir materiālu daļiņu plūsma. No kurienes tās rodas? Kur ir tas neizsmeļamais avots, kas nepārtraukti tās rada? Atbilde bija neparasta: rādija atomi sabruk! Tas, ko gadsimtiem ilgi uzskatīja par nesatricināmu, nedalāmu, mūžīgu, sabruka acu priekšā, noārdījās vēl mazākās materiālās daļiņās nekā pats atoms. Sabruka ne tikai rādija atomi, bet arī vecie zinātniskie priekšstati.

Salīdzinot ar citiem ķīmiskiem elementiem, rādija zemes garozā ir visai maz. Taču tā kopīgais daudzums

izsakāms ar iespaidīgu skaitli. Pēc ģeoķīmiķu datiem, rādija daudzums zemes garozā līdz 20 km dziļumam ir 30 milj. t. Bet šie rādija daudzumi ir stipri izkliedēti un iegūt to lielā vairumā ir ārkārtīgi grūti. Marija Sklodovska ieguva mazliet vairāk par 1 g rādija. Līdz 1916. g. bija iegūti 48 g, bet iegūtā rādija daudzums 1927. g. sasniedza 340 g. Patlaban visā pasaulē iegūts ne vairāk par 1 kg rādija. Rādija cena daudzkārt pārsniedz zelta cenu.

Elementu periodiskajā sistēmā rādija vietu noteica otrajā grupā. Rādija klātbūtne dabā, vispār runājot, nebija liels pārsteigums, jo rādija pastāvēšanu pareģoja D. Mendelejevs jau 1871. g. Pēc savām ķīmiskajām īpašībām rādijš izrādījās līdzīgs bārijam. Abu līdzība ir tik liela, ka bārija sulfāts atdziestot no šķīdinājuma aizrauj līdz nogulsņējumā arī rādija sulfātu, saprotams, ja tas atrodas šķīdinājumā.

Līdz pašam pēdējam laikam nebija atklātas kaut cik ievērojamas rādija atradnes, lai gan konstatēts, ka okeānu dibens satur daudz vairāk rādija nekā sauszeme. Varbūt tagad tas vairs nav tik svarīgi, jo izstrādātas metodes radioaktīvo elementu iegūšanai mākslīgi; tie pilnīgi aizstāj rādiju visās zinātnes un tehnikas nozarēs. Sakarā ar to rādijš patlaban zaudējis savu agrāko nozīmi.

Rādija un radioaktivitātes atklāšana pavēra zinātnes attīstības vēsturē jaunu posmu vielu pētīšanā un uzsāka jaunu ēru tehnikas attīstībā. 20. gs. sākumā cilvēka ģēnijs ceļā uz zinātnes virsotnēm un dabas spēku pakļaušanu sasniedza apbrīnojamus panākumus.

1958. g. pasaules izstādē Briselē franču paviljona apmeklētāji ilgāku laiku pakavējās godbijīgā klusumā pie neliela, ārēji ne ar ko neievērojama stenda.

Stendā bija izlikta Marijas Kirī-Sklodovskas piezīmju grāmatiņa. Blakus grāmatiņai atradās radioaktivitātes skaitītājs, kas ar biežiem tikšķiem signalizēja par piezīmju grāmatiņas piesātinātību ar rādiju.

Gandrīz 60 gadi pagājuši, kopš Marija Kirī, atklājusi radioaktīvo elementu poloniju un pēc tam rādiju, izdarīja savā piezīmju grāmatiņā nepieciešamos ierakstus un formulas, tolaik vēl nezinot, cik bīstamas ir lielas šo elementu staru devas. Piezīmju burtnīcas lappuses jau nodzeltējušas un savecējušas, bet skaitītājs joprojām turpina skaitīt bezgalīgās daļiņas, ko izstaro rādija neredzamās pēdas, kuras atstājušas uz papīra Marijas Kirī rokas. Un

vēl ilgi izcilās ķīmiķes un zinātnieces piezīmju grāmatiņa izstaros neredzamos starus. Jo tikai pēc 1600 gadiem pie-sārņojumi piezīmju grāmatiņas lappusēs samazināsies uz pusi. Un nav brīnums, ka zinātniece, kas visu savu mūžu tik cieši bija saskārusies ar rādiju un tā starojumu, kļuva par tā pirmo upuri. Marijai Kirī attīstījās staru slimība, no kuras izcilā zinātniece mira 1934. g. 8. jūlijā.

ELEMENTS BEZ PERSPEKTĪVAS

89. Aktīnijs — Actinium (Ac)¹

Periodiskajā sistēmā ir elementi, kuru nākotne acīmredzot ir bez jebkādām perspektīvām, lai kādu visfantastiskāko progresu sasniegtu tehnika. Pie šādiem elementiem pieder aktīnijs, ko 1899. g. atklāja A. Debjerns, kas strādāja Kirī laboratorijā.

Aktīnijam, kas atrasts tanī urāna rūdas frakcijā, kurā, to pārstrādājot, koncentrējas retzemju elementu savienojumi, jādomā, arī vajadzētu būt līdzīgam šiem elementiem. Bet iepriekš jau minējām, ar kādām grūtībām tie atdalāmi. Nav jābrīnās, ja zinātne ilgu laiku neko nezināja par ķīmiski tiro aktīniju. To ieguva tikai pusgadsimtu pēc tā atklāšanas. 1950. g. aktīniju izdalīja tīrā veidā rādija kodolpārvērtību rezultātā.

Patlaban zināmi 10 aktīnija izotopi. To pastāvēšanas laiks nav ilgs. Pussabrukšanas periods svārstās no 0,1 sekundes (aktīnija-221 izotopam) līdz 22 gadiem (aktīnija-227 izotopam). Pēdējais izotops sastopams dabā visās urāna rūdās kā urāna retā izotopa — urāna-235 jeb aktinourāna radioaktīvās sabrukšanas līdzvērtīgs produkts. Aktinourānam ir milzīgs pussabrukšanas periods — $7,13 \cdot 10^8$ gadu! Bet, tā kā urāns-235 ir rets urāna izotops, kura saturs nepārsniedz 0,7% no visa urāna satura un aktīnija sabrukšanas ātrums ir liels, dabā šī elementa ir ļoti maz. Aktīnija saturu zemes garozā procentuāli var izteikt ar daļskaitli, kurā nozīmīgais cipars atrodas... desmitajā vietā aiz komata ($6 \cdot 10^{-10}$). Šāda procenta lielumu grūti

¹ Elementi ar kārtas numuru no 89. līdz 103. Mendeļejeva periodiskajā sistēmā ieņem vienu rūtiņu.

iedomāties un tāpēc pievērsīsimies šādam, daudz uzskatāmākam salīdzinājumam. Vienā tonnā tirā urāna ir 0,00006 g aktīnija. Tas ir visbagātākais aktīnija avots. Pamatojoties uz to, nav grūti aprēķināt, ka viena grama aktīnija iegūšanai jāpārstrādā 16 000 t urāna (t. i., 1000 vagonu). Faktiski dabā tirā urāna nav. Aktīnijs atrodas urāna rūdās, kur tas ir stipri mazākos daudzumos nekā urānā. Tā, piemēram, ja uz katrām 3 miljoni urāna rūdas daļām ir viena daļa rādija, tad viena daļa aktīnija atrodama uz 7 miljardi daļām urāna rūdas. Nav grūti iedomāties, cik sarežģīts un neizdevīgs ir darbs, kas saistīts ar aktīnija izdalīšanu no dabiskajiem avotiem.

Pēc tam kad amerikāņu pētnieks Petersons pierādīja, ka neitronu plūsmā rādiju var pārvērst aktīnijā, Heidžmens 1950. g. izdalīja to no rādija. Iegūtais aktīnija daudzums svēra dažus miligramus. Vēlāk amerikāņi Staitss, Salutskis un Stouns ieguva dažus miligramus aktīnija no tā fluorīda, reducējot ar litija tvaikiem.

Tas deva iespēju pētīt šī retā metāla īpašības. Ārēji aktīnijs ir sidrabaini balts metāls, kas ļoti līdzīgs lantānam. Tāpat kā lantāns tas ir ļoti reaktīvs, mitrā gaisā viegli oksidējas, veidojot vielu baltā krāsā. Metāliskā aktīnija kušanas temperatūra ir augstāka par lantāna kušanas temperatūru un sasniedz $1040 \pm 50^\circ\text{C}$. Tumsā spīd raksturīgi zilā krāsā.

Aktīnija ķīmiskās īpašības ir tuvas lantāna un citu retzemju elementu īpašībām. Jāpiebilst, ka aktīnija ķīmiskās īpašības pētīja tā tiro sāļu šķīdumos, ko bija sagatavojuši amerikāņu ķīmiķi Frīds, Zahariasens un Heidžmens kvarca kapilārās caurulēs. Pētījumā šķīduma daudzums nepārsniedza... vienu desmittūkstošo daļu grama (viens piliens tirā ūdens pārsniedz šādu daudzumu 500 reizes).

Eksperimentus izdarīja ar tik mikroskopiski maziem šķīdumu daudzumiem ne tikai tāpēc, ka bija grūti sagatavot tīru metālu, bet bija jāievēro arī tā augstā radioaktivitāte, kas stipri apdraudēja eksperimentētāju veselību.

Nosaukums aktīnijs aizgūts no grieķu vārda *ἀστὴρ*, kas nozīmē «stars». Ar to pētnieki gribēja pasvītrot, ka šis elements, aktīnīdu ģimenes ciltstēvs, ir radioaktīvs.

Aktīnija praktiskā izmantošana, nerēķinot teorētisko radioķīmiju, ir visai ierobežota.

ELEMENTS, KAS PĀRDZĪVO OTRO JAUNĪBU

90. Torijs — Thorium (Th)

Akadēmiķis A. Fersmans savā grāmatā «Saistošā ģeokīmija» pastāsta kādu jocīgu atgadījumu ar veciem dzelzceļniekiem, kuri, izdomādami nosaukumus stacijām jaun-uzbūvētajās dzelzceļa līnijās, kādu staciju nosauca par Afrikandu tikai tāpēc, ka tai dienā, kad viņi ieradās stacijā, bija nepanesama tveice kā Āfrikā.

Kaut kas līdzīgs notika arī ar elementu toriju. Elementam 1828. g. deva nosaukumu J. Bercēliuss pēc minerāla torīta, no kura bija izdalīta torija zeme. Minerāls torīts savukārt nosaukts pēc sena ģermāņu pērkonu un kara dieva Tora. Protams, Bercēliuss nebūt neuzskatīja, ka šim elementam piemīt kādas noslēpumainas īpašības, nesaisīja tā īpatnības ar pērkonu vai militāriem notikumiem.

Skaidrs, ka terminoloģijas izstrādāšanai jaunatklātajiem minerāliem ir svarīga nozīme. Par to pārliecinoši rakstīja akadēmiķis A. Fersmans, taču diemžēl jautājums par jaunatklāto minerālu un elementu nosaukumiem vēl nav atrisināts un atklājēji joprojām tiem dod nosaukumus pēc savas patikas.

Toriju atklāja pirms 130 gadiem torija zemē. Pēc pāris gadiem to izdalīja brīvā veidā. Taču šī elementa iegūšana ir vēl tik sarežģīta, ka vēl 19. gs. beigās viens kilograms šī elementa sāļa maksāja vairāk par 1000 rubļiem.

Aizritēja viens gadu desmits pēc otra, bet torijs vēl arvien bija pazīstams tikai ķīmiķiem, un arī ne visiem. Pavērsiens elementa torija vēsturē saistīts ar torija dioksīda vērtīgo īpašību atklāšanu. Ķarsējot šo vielu, tā izstaro spilgtu, acij tikamu baltu gaismu. Pagājušā gadsimta otrajā pusē bija izplatītas tā saucamās gāzes kvēlgaismas lampas, ar kurām apgaisoja ielas un telpas. Šādas lampas svarīgākā daļa ir gāzes kvēlgaismas tīkliņi — tīklveida vāciņi jeb t. s. zeķītes, kas gatavoti no 99% cērija dioksīda. Šīs lampas uz dažiem gadu desmitiem novilcināja jau sākušos deggāzes ražošanas norietu, kura vairs nespēja konkurēt ar elektrisko gaismu. Deggāzes liesmā tīklveida zeķīte, kas pagatavota no torija dioksīda un cērija dioksīda maisījuma, izstaro spilgtu gaismu, jo gāzes sadegšanas siltums pārvēršas galvenokārt gaismas enerģijā. Tas bija

loti izdevīgi. Gāzes kvēlgaismas vāciņa izgudrotājs iedziņojās lielā naudā. Tomēr, lai cik gaiši dega torija vāciņi, tos nomainīja krievu gaisma — izgudrotāja Lodigina elektriskās spuldzītes, bet gāzes kvēlgaismas laternu torija vāciņi zaudēja savu iepriekšējo nozīmi. Likās, ka elementa vēsture līdz ar to jau beigusies. Vēl pirms divdesmit gadiem rokasgrāmatās par toriju rakstīja īsi: tehnikā gandrīz netiek izmantots. Tas tiešām tā arī bija — torijs netika izmantots. To galvenokārt izmantoja kā piejaukumu prožektoru loka lampu oglešerdēm.

Taču torija vērtību atkal sāka atzīt ievērojami agrāk, gandrīz tad pat, kad Marija Sklodovska un neatkarīgi no viņas Šmits konstatēja, ka torijs ir radioaktīvs elements, lai gan ar mazāk izteiktu aktivitāti nekā rādiijam. Izrādījās, ka torija atomi vairākkārt secīgi tiek noārdīti, beigās pārvēršoties par stabilu svīnu ar atomsvāru 208. Torija atoma kodola nestabilitāti patlaban praktiski izmanto par atomu iekšējās enerģijas avotu.

Torijs kā kodoldegviela ir vērtīgs tai ziņā, ka tā kristāliskā režģa fāzes izmaiņas sākas tikai 1400—1500°C temperatūrā. Tas dod iespēju reaktoram ar torija degvielu strādāt daudz augstākās temperatūrās.

Torijs dabā ir daudz vairāk nekā urāna. Torija savienojumi atrodas monačīta smiltīs. Zemes garozā torija nemaz nav tik maz ($8 \cdot 10^{-4}\%$). Niecīgos daudzumos tas atrodams pat granītos.

Torijs pēc sava ārējā izskata un kušanas temperatūras līdzīgs platinam, pēc blīvuma un cietības — svinam. Ķīmiskajā ziņā tas stipri līdzīgs cērijam, bet pēc atoma elektronu čaulas struktūras tas ir aktīvu ģimenes pīlntiesīgs loceklis.

Ķīmiski tīrā veidā torijs ir balts metāls ar pelēku nokrāsu; tā blīvums — $11,6 \text{ g/cm}^3$, kušanas temperatūra — 1827°C, virst torijs 3530°C temperatūrā.

Sakarsēts līdz 750—950°C temperatūrai, torijs labi kļūst, to var izveļmēt kā foliju (0,025 mm plānu) un izstiept kā stiepli (līdz 0,08 mm). Vispār torija mehāniskās īpašības ir stipri atkarīgas no visniecīgākajiem piemaisījumiem. Praktiski torijs sastāv no viena vienīga radioaktīva izotopa, kura masas skaitlis ir 232 un pussabrukšanas periods $1,39 \cdot 10^{10}$ gadu.

Toriju lieto dažādu sakausējumu izgatavošanai. Kvēldegu izgatavošanā, pievienojot toriju volframam, samazi-

nās rekristalizācija un paildzinās spuldzes mūžs. Maisījumā ar niķeli, kobaltu, platīnu un citiem metāliem sīki sasmalcināts torijs ir aktīvs katalizators, oksidējot amonjaku slāpekļskābē. Tā kā torija dioksīdam ir augsta kušanas temperatūra, tas ir neaizstājams materiāls ugunsizturīgu materiālu, mufeļu un citas siltumizturīgas keramikas izgatavošanā. Metālisko toriju lieto rentģena tehnikā antikatodu izgatavošanai.

Torija lietošanas perspektīvas ir visai plašas: atomdzinēji un, ko var zināt, varbūt pat atomstacijas ziemeļu upju ūdens sasildīšanai saņems savam darbam toriju kā enerģētisku izejvielu.

AKTĪNIJA «SENCIS»

91. Protaktīnijs — Protactinium (Pa)

Protaktīnija pastāvēšanu pareģoja D. Mendelejevs jau 1871. g.

Sis elements (pētnieku rīcībā maksimāli bija tikai dažas simtdaļas grama) ir tuvs aktīnija radnieks ne tikai pēc sava stāvokļa periodiskajā sistēmā, bet arī pēc savām īpašībām un kopīgās atrašanās vietas dabā. Par to, cik grūti bija protaktīniju iegūt tīrā veidā, liecina tas, ka šī elementa avotā — urānā protaktīnijs atrodas kopā ar rādiiju, turklāt apmēram vienādos daudzumos. Vienā tonnā metāliskā urāna ir apmēram 3 g rādiija un protaktīnija. Bet iegūt vienu tonnu metāliskā urāna nemaz nav tik viegli.

Radioaktīvais protaktīnijs ir urāna pavadoņš, un to atrod kā piejaukumu urāna rūdās, bet pēc izcelšanās tas ir vienlaicīgi urāna «dēls» un aktīnija «tēvs». Starojot α -starus, protaktīnija radioaktīvais izotops, ko sastop dabā, pārvēršas par aktīniju. Šai ziņā viņš ir «tēvs», bet, veidojoties no urāna, — tas ir urāna «dēls». Elementa nosaukums atbilst vistuvāk burtiskam tulkojumam — «pirmais stars» ($\pi\rho\omega\tau\omicron\varsigma$ grieķiski nozīmē «pirmais», $\acute{\alpha}\kappa\tau\iota\varsigma$ — «stars»), brīvākā tulkojumā — pirmais rindā, t. i., aktīnija ciltstēvs.

Protaktīnija starotām α -daļiņām ir maza enerģija un sakarā ar to arī īss noskrējiena ceļš; tas palīdz noteikt protaktīnija daudzumu izejvielā, nelietojot ķīmiskas metodes. Viens no protaktīnija izdalīšanas paņēmieniem pama-

tojas uz elementa savienojuma spējām adsorbēties no šķīduma uz ķīmiskā trauka sienīnām.

Vācu pētnieki Oto Hāns un Liza Meitnere atklāja protaktīnu 1918. g. Tikai pēc desmit gadiem Rīgā dzimušais zinātnieks Aristids Grose izdalīja pāris simtu gramu sidrabaini baltā metāla — protaktīnija. Šo varonību nevar nenovērtēt, jo zemes garozā protaktīnijs ir ārkārtīgi niecīgos daudzumos (procentos no kopīgā atomu skaita), kas sastāda daļskaitli, kur nozīmīgais skaitlis sākas pēc vienpadsmitās nulles: 0,000 000 000 008%. No 5,5 t Bohēmijas urāna piķa rūdas var iegūt 0,5 g relatīvi tīra protaktīnija.

Par protaktīnija izmantošanas perspektīvām jārunā aturīgi. Pagaidām šis perspektīvas ir visai mazas, bet... nākotne tās var negaidīti paplašināt.

CERĪBU UN SATRAUKUMA IEMIESOJUMS

92. Urāns — Uranium (U)

Grieķu mitoloģijā par Urānu sauc debesu dievu, zemes dievietes Gejas dēlu, kas tajā pašā laikā bija arī viņas vīrs, titānu un ciklopu tēvs. Urāna vārds piešķirts arī Saules sistēmas septītajai planētai, ko 1781. g. atklāja ievērojamais angļu astronoms Frīdrihs Vilhelms Heršels. Pētot piķa rūdu, 1789. g. M. Klaprots tajā atrada jaunu metālu, kuru par godu planētas Urāna atklāšanai arī nosauca par urānu. Franču ķīmiķis E. Peligo 1841. g. pierādīja, ka, apdedzinot urāna oksīdus ar oglēm, no tiem neiegūst brīvu urānu, bet gan... atkal vienu no oksīdiem. Pēc ārējā izskata šis oksīds atgādināja varu, un Klaprots pieņēma, ka tas ir metāls. Tiesa, piesardzīgais Klaprots atklāto vielu diplomātiski nosauca par pusmetālu. Šī piesardzība tomēr neatņēma Klaprotam autoritātes. Metālu, ko ieguva Peligo, vienprātīgi nosauca par urānu.

Pusotra gadsimta ilgajai urāna vēsturei cilvēces praktiskajā darbībā ir raksturīgs periodisks intereses pieaugums un atslābums par šo metālu. Tikai pirms dažiem desmitiem gadu negrozāmi un galīgi tika izlemts urāna — visjaunāko laiku vēstures metāla liktenis.

Urāns iezīmēja cilvēces attīstības jaunas ēras — atomenerģijas ēras sākumu. Urāns, kuru vēl pavisam nesen labi pazina tikai neliela zinātnieku grupa, kas urānu un



tā savienojumus speciāli pētīja laboratorijās un zinātniskos kabinetos, tagad ieņēma svarīgu vietu starptautisko konferenču darba kārtībā un kļuva pazīstams visā pasaulē. Urāns kļuva ne vien par zinātnes un tehnikas progressa, bet arī par valstu militārās varenības rādītāju. Nemaz nepārspilējot var teikt, ka visas cilvēces tālākais tehnikas progress ir nesaraucjami saistīts ar urāna enerģijas izmantošanas problēmu.

Imperiālistiskās pasaules varasvīru rokās urāns ir nāvi nesošo atomieroču un kodoltermisko ieroču ražošanas izejviela. Tāpēc cilvēku sabiedrības attīstības mūsdienu posma galvenais uzdevums ir kategoriski aizliegt visu veidu šādus ieročus kā masveida iznīcināšanas līdzekli, kas draud ar milzīgu postu visai cilvēcei. Padomju valsts konsekvētā un neatlaidīgā politika par atomieroču ražošanas un pielietošanas vispārējo aizliegšanu, visas progresīvās cilvēces kvēls šīs politikas atbalsts, aktīvā cīņa par šīs politikas realizēšanu ir droša garantija tam, ka atomenerģija netiks izmantota par cilvēku masveida iznīcināšanas līdzekli.

Liekas, ka neviens elements nekad nav piesaistījis sev tik sasprindzinātu uzmanību kā urāns. Sī interese ir pilnīgi saprotama, ja atceramies, ka urāns ir gandrīz neizmēļams enerģijas avots, bet šo enerģiju iegūt un vadīt mūcās cilvēks.

Tagad kaut kā divaini skan vārdi, kas rakstīti tikai pirms trīsdesmit gadiem. Kādā visai pilnīgā ķīmijas mācību grāmatā, kas iznākusi 1935. g., nodaļā «Urāns un tā savienojumi» teikts: «Urāna preparātu lietošanas joma ir ierobežota.» Citā ķīmijas rokasgrāmatā var lasīt: «Tīra metāla iegūšanai vēl līdz pat šim laikam nav nekādas praktiskas nozīmes.» Kādā veidā tad tajos gados izpaudās urāna lietošanas ierobežotība?

Gandrīz līdz pat 19. gs. beigām urāna savienojumus pārstāvēja urāna dzeltenais (urāna trioksīds); pēdējais, ja to pievienoja parastajam stiklam, piešķir tam dzeltenu

vai oranžu krāsu caurplūstošā gaismā, bet zaļganu nokrāsu — atstarotā gaismā. So urāna savienojumu izmantoja arī dārgā Sevras porcelāna izrotāšanai ar zīmējumiem (t. s. zemglazūras gleznošanai). Urāna rūdu tolaik vērtēja tikai pēc iespējas iegūt no tās krāsvielu porcelāna un fajansa ražošanai. Daži urāna savienojumi deva iespēju iegūt krāsu toņus, sākot no dzeltena līdz samtaini melnam, turklāt krāsa bija nepārspējami izturīga un noturīga.

Zinātnieki 19. un 20. gs. mijā urāna rūdas atkritumos atklāja rādiju. Marijas Sklodovskas un Pjera Kirī panākumus rādija atklāšanā neapšaubāmi veicināja tas, ka urāna rūdas atkritumi tajā laikā bija ļoti lēts materiāls. Marija un Pjers Kirī, lai gan ar lielām pūlēm, tomēr ieguva šo materiālu saviem darbiem gandrīz par velti. Pēc rādija atklāšanas urāna rūda kļuva par šī brīnišķīgā elementa ieguves avotu. Tomēr pašu urānu pēc tam, kad no tā atdalīja rādiju, gandrīz nemaz neizmantoja. Lai realizētu urānu, no tā centās iegūt urāna griežņu (kalnu) tēraudu, bet tīra urāna iegūšanas grūtības neveicināja šīs idejas izplatīšanos. Urāna savienojumus, kuru lietošanas sfēra bija ierobežota (tos galvenokārt izmantoja fotogrāfijā), 20. gadsimta 30. gados vērtēja daudz lētāk par rādiju.

Pēkšņi interese par urānu, tāpat arī tā cena, pieauga, bet rādijs, kas citu elementu vidū ieņēma tik ļoti ievērojamu vietu, pilnīgi zaudēja savu pirmatnējo nozīmi. Vienlaikus strauji cēlās arī urāna cena. «Vaininieki» šādā neticamā abu elementu lomā maiņā izrādījās padomju zinātnieki G. Fļerovs un K. Petržaks. 1939. g. viņi noteica, ka urāna atomiem ir tieksme uz spontānu, patvaļīgu sava kodola eksploziju, kā arī to, ka šī eksplozija noris, izdaloties kolosālam siltuma enerģijas daudzumam. Tiesa, šāda eksplozija lielā notiek ļoti reti: simtu tūkstošu vai pat miljonu reižu retāk nekā parastā α -sabrukšana. Taču, ja šīs eksplozijas sekotu cita aiz citas, tad 1 g urāna kodolu izdalītu tādu enerģijas daudzumu, kāds izdalās 18 t parasto sprāgstvielu eksplozijā.

Protams, cilvēknidēju prātos tūlīt radās plāns izmantot G. Fļerova un K. Petržaka idejas jauna ieroča radīšanai, ar kura palīdzību varētu nodrošināt pasaules kundzību un varu pār tautām. Pretendējot uz pasaules kundzību, pie šādu atomieroču radīšanas ķērās vācu fašisti

un amerikāņu miljardieri, šim nolūkam ierīkojot slepenas laboratorijas un vēl slepenākas rūpnīcas.

Urānam, tāpat kā dažiem citiem elementiem, ir daži izotopi, kas spējīgi dalīties neitronu iedarbībā, kuri bombardē izotopu kodolu. Izrādās, ka vislielākā spēja dalīties kodolliem neitronu iedarbībā ir urāna izotopam, kura masas skaitlis ir 235. Sabrūkot urāna-235 atoma kodolam, rodas šķembas (elementu atomi, kuru masas skaitlis ir mazāks nekā urānam) un 2—3 neitroni, kas, ietiecoties urāna blakus atomu kodolos, savukārt izraisa to dalīšanos. Šo ātro procesu dēļ, kuri vairākkārt atkārtojas, atomu sabrukšana lavīnveidā pieaug (ķēdes reakcija), un izdalās tas kolosālais enerģijas daudzums, kuru pieņemts saukt par atomenerģiju, bet pašu parādību — par atomsprādzienu. Uz urāna vai plutonija ķēdes reakcijas izmantošanu pamatojas atombumbas darbības princips. Viena no pirmajām atombumbām bija izgatavota no urāna-235.

Dabiskā maisījumā urāna-235 izotopu ir tikai 0,72%, t. i., katrā kilogramā dabiskā urāna ir 7,2 g urāna-235. Tāpēc, lai varētu izmantot kodolenerģiju, vajadzēja atrast paņēmieni, kā iegūt vai atdalīt šos izotopus vai arī kā bagātināt to maisījumu ar urāna-235 izotopiem.

Izotopu sadalīšanu varēja realizēt pēc gāzu difūzijas paņēmiena, izmantojot urāna heksafluorīdu. Minētais paņēmieni pamatojas uz gāzveida urāna heksafluorīda spēju izspiesties cauri porainam grafīta filtram daudz ātrāk, nekā to spēj līdzīgs savienojums, bet kas satur urānu-235.

Urāna izotopu atdalīšana pēc termodifūzijas metodes ir saistīta ar daudzu tūkstošu šķērssienu, sūkņu un saldētāju izveidošanu. Tāpēc šāda tehnoloģiskā procesa iedarbināšanas periods vien ilgst 30—100 dienas.

Urāns ir mīksts, sidrabaini balts metāls ar zilganu nokrāsu; tas ir 2,5 reizes smagāks par dzelzi un vairāk nekā 1,5 reizes blīvāks par svinu. Šis ķīmiski aktīvais elements veido daudzus savienojumus un viegli reaģē ar daudziem nemetāliem; dod sakausējumus un savienojumus ar dzīvsudrabu, alvu, varu, svinu, alumīniju, bismutu, dzelzi un citiem metāliem.

Var teikt, ka pašreiz urāns ir viens no vispilnīgāk izpētītiem periodiskās sistēmas elementiem.

Ir zināmas vairākas metāliskā urāna kristāliskās modifikācijas; pāreja no vienas šādas modifikācijas uz citu

noris, krasi mainoties tilpumam. Pirmā šāda pāreja notiek, ja temperatūra ir 662°C. Tāpēc atomreaktoros, kas par kurināmo izmanto urānu, nedrīkst pieļaut augstāku temperatūru par iepriekš norādīto.

Jau 100°C temperatūrā ūdens nekavējoties sadala urānu, veidojot oksīdus un hidrīdus, bet, ja temperatūra sasniedz 700°C, kompakts urāns aizdegas. Tāpēc urāna stieņus pārklāj ar alumīniju. Lielās ķīmiskās afinitātes dēļ (viegli savienojas ar slāpekli, skābekli un oglekli) metāliskā urāna iegūšana ir saistīta ar lielām grūtībām, vēl jo vairāk tāpēc, ka urānu nevar iegūt pēc elektrolīzes paņēmiena un attīrīt pēc sublimācijas paņēmiena.

Lasot grāmatas, kas stāsta par urāna pētīšanas vēsturi, nav grūti ievērot, cik strauji pazeminājās urāna kušanas temperatūra. Vēl 1925. g. bija norādīts, ka urāna kušanas temperatūra ir augstāka par 1850°C; 1932. g. to jau noteica precīzi, proti, 1650°C, bet 1935. g. — 1400°C; 1956. g. lielākā daļa autoru vienprātīgi apgalvoja, ka urāns kūst, ja temperatūra ir 1133°C. Šāda urāna kušanas temperatūras pazemināšanās izskaidrojama tikai ar tīra urāna iegūšanas un attīrīšanas tehnikas pilnveidošanu. Jo tīrāku ieguva urānu, jo zemāka izrādījās tā kušanas temperatūra.

Savā laikā uzmanību šim elementam pievērsa arī D. Mendelejevs, pierādot, ka urāna atomsvars ir 240, bet nevis 120, kā to apgalvoja D. Mendelejeva priekšgājēji un laikabiedri.

Urāns pieder pie dabā samērā plaši izplatīto elementu grupas. Tiek uzskatīts, ka urāna galvenā masa atrodas zemes garozas virsējos (ārējos) slāņos, ne dziļāk par 16—20 km no zemes virsmas. Zināma, mazākā urāna daļa, pēc mūsdienu pētnieku domām, atrodas dziļāk, līdz 45—48 km dziļi. Zinot pēc ģeoķīmijas datiem, ka zemes garoza ar biezumu 20 km sver $3,25 \cdot 10^{19}$ t, bet katrā iežu gramā ir $3 \cdot 10^{-6}$ g urāna, nav grūti aprēķināt to urāna daudzumu, kas atrodas šajā zemes garozas slānī. Tas ir bezgalīgi liels, proti, apmēram 100 triljoni t ($1 \cdot 10^{14}$)!

Ja ievērojam tikai tās urāna savienojumu atradnes, kas viegli pieejamas urāna iegūšanai, jāsaka, ka urāna krājumi pasaulē ir daudz pieticīgāki, proti, tikai 23—25 miljoni t.¹

¹ Pēc datiem, kas iegūti no citiem avotiem, šis skaitlis gandrīz divkārtšojas.

Aprēķināts, ka šīs rezerves, izmantojot tās ar lietderības koeficientu 0,25 un ievērojot enerģijas pieprasījumu pasaulē, pietiktu 40 000 gadiem! Salīdzinājumam atzīmēsim, ka ogļu rezerves, ieskaitot arī patlaban zināmās atradnes, izmantojot tās tikpat intensīvi kā tagad, izsīks 1760 gadus, bet naftas krājumi — 185 gadus. Vislielākā nozīme urāna iegūšanā ir urāna piķa rūdai, kas satur urāna oksīdus (galvenokārt U_3O_8); tās sastāvā ietilpst minerāls nasturāns jeb piķa spīde vai minerāls uraninīts. Biežāk sastopams nasturāns. Urāna piķa rūda ir piķa melna, dažkārt zaļgana, brūngana vai pelēcīga. Uraninīts galvenokārt sastāv no kristāliskā urāna dioksīda ar citu savienojumu piemaisījumu. Šī rūda ir dzeltenpelēka, bet dažkārt pat gandrīz melna. Tajā ir līdz 40% urāna. Urāna piķa rūdas lūzuma vietā ir redzams spilgti izteikts piķa spīdums. Piķa spīdē ir no 40 līdz 75% urāna.

Rūpnieciski izmantojamo urāna minerālu grupā ietilpst arī karnotīts — urāna vanadāts, kas veido nosēdumu tipa atradnes, kā arī sekundārie urāna minerāli, urāna fosfāti, karbonāti un sulfāti. Urāna minerālu atradnes ir atklātas gandrīz visās zemēs. Visbagātākās ar urānu ir Kongo, Kanāda un ASV. Urāna atradnes ir arī Padomju Savienībā un tautas demokrātijas valstīs. Vispazīstamākās Eiropā ir urāna rūdas atradnes, kas atrodas Jahimovas (Čehoslovākijā) rajonā. Nelielā daudzumā urāns atrodas arī oglēs, naftā, jūras un grunts ūdenī un pat granītā.

Ir zināms, ka augi spēj no augsnes izlases veidā absorbēt dažādus elementus. Daži augi absorbē un akumulē urānu. No vienas puses, tie ir akumulatori, bet, no otras, — savdabīgi signalizētāji, kas norāda, ka tuvumā atrodas urāna rūdas krājumi. It īpaši raksturīgas šajā ziņā ir dažas sēnes un to sporas (satur līdz 0,2 mg urāna uz katriem 100 g svara). Relatīvi daudz urāna (procenta simttūkstošās daļas) ir arī dzīvnieku un cilvēka endokrīnajos dziedzeros.

Minēto minerālu sarakstā nav norādīti visi zināmie urāna minerāli, tomēr par vienu no tiem vēl reiz atgādināsim — tas ir kleveīts. Tas pats ievērojamais norvēģu kleveīts, no kura Ramzejs un viņa asistents Metjūzs izdalīja hēliju, tādā veidā konstatējot tā atrašanos uz zemes.

Visos urāna minerālos hēlijs ir uzsūktā vai, kā saka ķīmiķi, absorbētā stāvoklī. Šo apstākli nevarēja neievērot pētnieki. Ieinteresējušies par hēliju, viņi drīz vien at-

klāja ... svinu. Bez tam izrādījās, ka urānu pavada nevis vienkāršs svins, bet gan svina izotopi, kuru atomsvars ir 206—207. Pētot šo atklājumu, konstatēja, ka urāna dabiskās radioaktivitātes lēnā sabrukšana noris vairākās stadijās dažādu radioaktīvu vielu paaudžu maiņā. Šis process beidzas ar radioaktīvo atomu pārvēršanos par stabiliem un nemainīgiem svina-206—207 atomiem.

Tātad urāns ir svina tāls radinieks. Zinot, cik daudz kādā kalnu iezī ir svina-206—207, kā arī to, cik ātri tas veidojas no urāna, ar lielu precizitāti var noteikt šo iezu vecumu. Tādā veidā minerāli, kuros ir urāns, kļuva par dabiskiem hronometriem, pēc kuriem fiziķi, ķīmiķi un ģeologi skaita nevis zemes vēstures sekundes, minūtes un stundas, bet gan gadu tūkstošus un miljonus.

Mūsu zemē būvē atomelektrostacijas, kuru kopējā jauda ir apmēram 2,5 milj. kW; ziemeļu jūru ledājus jau drupina padomju atomledlauzis «Ļeņins».

Pēc jaudas un energoapbruņojuma (t. i., pēc jaudas, kas attiecināta uz tonnāžas vienu tonnu) ledlauzīm «Ļeņins» nav pasaulē līdzīgu.

Ledlauža «Ļeņins» tonnāža ir 16 000 t, dzinēju jauda — 32 MW, bet energoapbruņojums — 2 kW (pasaulē visspēcīgākā neatomu ledlauža — amerikāņu ledlauža «Gletcher» energoapbruņojums ir 1,6 kW); urāna degvielas krājums — 1,6 t, tajā skaitā 80 kg urāna-235.

1958. g. ekspluatācijā nodeva pirmo atomelektrostaciju ASV (Šipingportā); tajā pašā gadā ierindā stājās pirmā atomelektrostacija Kolderholā Anglijā. Attīstītākajās kapitālistiskajās valstīs — Francijā, Vācijas Federatīvajā Republikā, Šveicē, Japānā, Kanādā un vairākās citās zemēs ir pieņemti plaši plāni atomelektrostaciju celtniecībā; saskaņā ar tiem atomelektrostaciju īpatnējam svaram elektroenerģijas ražošanā 1967.—1975. g. jāsasniedz 12—35% no šī gadsimta jaudas.

VĒL VIENS EKSKURSS ASTRONOMIJAS VĒSTURĒ

93. Neptūnijs — Neptunium (Np)

1934. g. jūnijā vācu ķīmiskajā žurnālā bija lasāms čehu inženiera Odolena Koblika ziņojums. Kobliks bija Jahimovas šahtu (Čehoslovākijā) pētniecības laboratorijas vadītājs. No šīm šahtām 20. gadsimta sākumā Marija un

Pjers Kirī saņēma rūdu rādija iegūšanai. Ziņojumā bija teikts, ka urāna un rādija rūpnīcas skalojamos ūdeņos Koblīks atklājis jaunu elementu. Šī elementa vietai periodiskajā sistēmā jābūt aiz urāna.

Par godu savai dzimtenei jauno elementu Koblīks nosauca par bohēmiju (Čehiju agrāk sauca par Bohēmiju). Izdarot rūpīgākus pētījumus, Koblīks konstatēja, ka viņa atklātais elements tomēr ir ļoti līdzīgs volframam. Būdam tainīgs un godīgs zinātnieks, Koblīks uzskatīja par savu pienākumu nekavējoties ziņot žurnāla redakcijai par savu kļūdu un vienlaikus atsauca savu ziņojumu. Raksts par pielaiesto kļūdu žurnāla redakcijas vārdā bija publicēts tajā pašā 1934. g.

Daudzās pasaules laboratorijās 20. gs. 30. un 40. gados tika plaši pētīti rezultāti, kas iegūti, stabilu atomu kodolus bombardējot ar neitroniem. Tādā veidā, apšaudot urānu, ieguva jaunu elementu, kas ieņēma savu 93. vietu tūlīt aiz urāna. Šādi iegūta elementa masas skaitlis ir 239. Pirmie 93. elementu ieguva amerikāņu zinātnieki E. Makmilans un F. Ebelsons 1940. g. To nosauca par neptūniju.

Lai izskaidrotu šī nosaukuma rašanos, nepieciešams kaut neliels ekskurs astronomijas vēsturē.

Astronomiem līdz 1846. g. Saules sistēmā bija zināmas 7 planētas. Septītā no tām, skaitot no Saules, bija Urāns. 1846. g. astronomijas vēsturē iegājis kā aizurāna planētas — Neptūna atklāšanas gads. Arī Mendeļejeva periodiskajā sistēmā līdz 1940. g. pēdējais elements bija urāns. Tieši tāpēc, atklājot jauno aizurāna elementu, to, pēc analogijas ar astronomiju, nosauca par neptūniju. Senie romieši par Neptūnu sauca noslēpumaino jūras dievu. Jūrnieki jau kopš seniem laikiem, šķērsojot ekvatoru, upurēja Neptūnam, lai tas viņiem dāvātu veiksmi braucienā. Zaudējuši reliģisko saturu, ekvatora šķērsošanas svētki mūsdienās ieguvuši komiska inscenējuma raksturu, atzīmējot to ekipāžas locekļu jautro iesvētīšanu, kuri ar kuģi pirmo reizi šķērso ekvatoru.

Tomēr atgriezīsimies pie planētas Neptūna. Kā zināms, franču astronoms Ž. Leverjē un neatkarīgi no viņa arī angļu astronoms Dž. Adamss, novērojot planētu Urānu, konstatēja dažas novirzes tās kustībā. Izdarot matemātiskus aprēķinus, viņi ne tikai atklāja, ka eksistē neviename nezināma planēta, kas atrodas aiz Urāna un kas ar

savu pievilksanas spēku izraisīja Urāna perturbāciju, bet arī norādīja vietu, kur to meklēt. Drīz vien šo planētu tiešām atklāja. Hēliju vispirms atklāja uz Saules un pēc tam tikai uz zemes. Planētu Neptūnu vispirms atklāja uz zemes un tikai pēc tam to atrada debesīs.

Tik apbrīnojams zinātnisko paredzējumu spēka demonstrējums astronomijā varēja notikt tikai tāpēc, ka bija zināmi pastāvošie masu gravitācijas likumi. Mendelejeva periodiskās sistēmas tabulas zinātniskā nozīme ķīmijā līdzvērtīga vispasaules gravitācijas likuma atklāšanai. F. Engelss, novērtējot D. Mendelejeva nopelnus periodiskās sistēmas radīšanā un jaunu elementu paredzēšanā, rakstīja: «Mendelejevs pierādīja, ka... vēl atklājami jauni elementi. Viņš jau iepriekš aprakstīja viena šī nezināmā elementa vispārīgās ķīmiskās īpašības, nosaukdam to par ekaaluminiju... un izrādījās, ka Mendelejeva paredzējumi attaisnojās... Mendelejevs, neapzinīgi pielietodams Hēgeļa likumu par kvantitātes pāreju kvalitātē, veica zinātnisku sasniegumu, ko droši var nostādīt blakus Leverjē atklājumam, kurš aprēķināja vēl nezināmas planētas — Neptūna — orbitu.»¹

Pavisam nesen urāna rūdās atklāja ļoti nelielus neptūnija daudzumus, kurus var konstatēt tikai kvalitatīvi. Rodas jautājums — varbūt Koblikam, kad viņš ziņoja par bohēmija atklāšanu, bija taisnība? Nē, diez vai. Ceļš, pa kuru viņš gāja, nevarēja novest pie neptūnija atklāšanas.

Neptūnijs ir plastisks, sidrabains metāls; tā kušanas temperatūra — 640°C, bet blīvums — 19,5 g/cm³. Pēc šiem lielumiem ir grūti spriest par tām neparastajām grūtībām, kādas bija jāpārvar zinātniekiem, lai iegūtu šos skaitļus. Sāksim ar to, ka sveramie neptūnija daudzumi, ko ieguva pirmo reizi, bija tikai gammas (precīzāk, grama miljonās daļas). Šāda vielas daudzuma svēršanai vajadzēja radīt ļoti precīzus svarus. Ar tiem bija jānosver grama viena simtmiljonā daļa. Neptūnija blīvumu noteica, lietojot tikai 40 gammu (nevis gramu!) metāla, ko ievietoja caurulītē, kuras diametrs bija trīs desmitdaļas milimetra.

Neptūnija iegūšana ir visai komplicēta. Izejmateriāls ir neptūnija hlorīds vai fluorīds. Reducējot šos sāļus ar

¹ F. Engelss. Dabas dialektika. Rīgā, 1949. g., 46. lpp.

bārija tvaikiem 1300°C temperatūrā berīlija oksīda tīgelī, iegūst tīru neptūniju. Karsēšana notiek ar tantala stiepli, bet elektrisko strāvu pievada caur volframa kontaktiem.

Neptūnijam, kā tagad noteikts, ir daudz radioaktīvo izotopu. No tiem visilgākais mūžs ir izotopam ar masas skaitli 237; to ieguva 1942. g. Šī izotopa pussabrukšanas periods ir vairāk nekā divi miljoni gadu. Pārējo izotopu mūžs skaitāms tikai dienās, stundās un minūtēs.

Neptūnijs veidojas atomreaktoros no urāna un ir plutonija uzkrāšanās procesa starpprodukts.

KODOLDEGVIELA

94. Plutonijs — Plutonium (Pu)

Astronomijas pasauli 1930. g. satrauca brīnišķīgs jaunums — atklāta planēta, par kuras pastāvēšanu jau sen runāja Persivals Lovels, astronoms, matemātiķis un autors fantastiskajiem aprakstiem par dzīvību uz Marsa. Pamatojoties uz Urāna un Neptūna kustības ilggadīgiem novērojumiem, Lovels konstatēja, ka Saules sistēmā aiz Neptūna jābūt vēl vienai, deviņajai planētai, kas no Saules atrodas 40 reizes tālāk nekā Zeme. Šo planētu, kuras orbītas elementus jau 1915. g. aprēķināja Lovels, atklāja uz fotogrāfijām, ko 1930. g. 21., 23. un 29. janvārī ieguva astronoms K. Tombocs Flagstofas (ASV) observatorijā. Planētu nosauca par Plutonu. Šīs planētas vārdā, kura Saules sistēmā atrodas aiz Neptūna, nosauca arī 1940. g. beigās no urāna atomu kodoliem mākslīgi iegūto 94. elementu. To ieguva amerikāņu zinātnieku grupa ar G. Sīborgu priekšgalā. Ievēribas cienīgs ir fakts, ka plutoniju vispirms ieguva mākslīgi un tikai pēc tam to atrada dabā.

Plutonijs parasti sastopams urāna rūdās kā dabisks urāna piemaisījums, kā urāna radioaktīvās pārvēršanās produkts. Uzskata, ka plutonijs veidojas urāna rūdās, urāna kodoliem piesaistot sev neitronus. Taču plutonijs veidojas tik niecīgos daudzumos (1 plutonija atoms uz katriem 140 miljardiem urāna atomu), ka par tā iegūšanu no urāna rūdām nevar būt pat runa.

Pēc savām īpašībām un ārējā izskata plutonijs ir spožs metāls; tā kušanas temperatūra — 640°C, bet blīvums — no 16,4 līdz 19,0 g/cm³ (pēdējais apstākļi izskaidrojams ar to, ka pastāv daži plutonija alotropiskie veidi).

Vienam no šiem paveidiem piemīt interesanta īpašība. Sildot tas neizplešas, kā parasti notiek ar metāliem, bet gan saraujas. Plutonijam ir 15 izotopi ar masas skaitļiem no 232 līdz 246. Pagaidām praktiski izmanto tikai plutoniju-239, kura pussabrukšanas periods ir 24 360 gadi.

Plutonijs ir vienīgais no visiem transurāna elementiem, kas tiek izmantots, tāpēc tā ķīmiskās īpašības ir izpētītas daudz labāk nekā citu, sen zināmu elementu ķīmiskās īpašības. Plutonija iegūšanas pilnīgas tehnoloģijas izstrādāšana veicināja aprīņojami strauju tā ražošanas apjoma palielināšanos (no grama miljonām daļām laboratorijās līdz kilogramiem rūpnīcās). Tas bija pirmais mākslīgais elements, ko ieguva tādos daudzumos, kas bija nosverami (1942. g.).

Par to, cik mazs bija viens no pirmajiem tīra plutonija daudzumiem, ko ieguva laboratorijā, spriežams pēc epizodes, kas saistīta ar amerikāņu ģenerāli Grovsu, kas vadīja t. s. atomprojekta izstrādāšanu par jauna skaldāmā materiāla iegūšanu.

Plutonija pirmā porcija bija iegūta hidroksīda veidā. Tā bija tik maza, ka, lai parādītu ģenerālim Grovsam, to vajadzēja novietot mikroskopā. Ģenerālis ar cieņu, kas atbilda svinīgumam, ar kādu dzīvē ieviesa atomprojektu, paskatījās mikroskopā vispirms ar kreiso, bet pēc tam ar labo aci un... negaidot teica: «Es itin nekā neredzu!»

Plutonijs rodas atomreaktoros urāna skaldīšanās procesā. Viskomplicētākais process plutonija izdalīšanai no maisījuma bija apgūts ASV neparasti īsā laikā. Tam bija tikai viens nolūks — ātrāk izgatavot atombumbu. Pirmā plutonija atombumba izgatavota ASV, un to 1945. g. 9. augusta rītā no lidmašīnas «lidojošais cietoksnis» nometā uz Japānas pilsētas Nagasaki mierīgajiem iedzīvotājiem. Bumbas sprādziens nogalināja desmitiem tūkstošu cilvēku, bet simti tūkstoši Nagasaki mierīgo iedzīvotāju tika smagi sakropļoti.

Padomju tauta, izvīrzojot priekšlikumu par visāda veida masu iznīcināšanas ieroču bezierunu aizliegšanu, deva iznīcinošu triecienu kara kurinātāju atomdiplomātijai.

Antīkajā mitoloģijā Plutons bija pazemes dievs, mirušo ēnu valstības valdnieks. Mūsdienās plutonija loma kapitalistiskajās valstīs, kur vara pieder aukstā kara politikas aizstāvjiem, baismi sasaucas ar to lomu, kādu senie grieķi

savos poētiskajos mītos piedēvēja drūmajam Plutonam.

Mierlaika vajadzību atomrūpniecībā plutonijs ieņems vadošo vietu, jo tas ir galvenā kodoldegviela, un nav šaubu, ka plutonijs plaši tiks izmantots mierlaika vajadzībām.

Kādā no institūtiem, kas nodarbojas ar atomenerģijas izmantošanu mierlaika vajadzībām, reaktora БР-5 siltumizdalītāji stieņi ir no plutonija. Reaktora apzīmējumu atšifrē šādi: ātrais reaktors, kura jauda ir 5 megavati (быстрый реактор в 5 мегаватт). Reaktors darbā izmanto ātros neitronus, tāpēc arī to sauc par ātro.

Ar šo reaktoru var realizēt vienu no atomtehnikas lieliskākajiem brīnumiem — pārvērst pelnus, kas palikuši pēc atomdegvielas sadegšanas, par jaunām atomdegvielas rezervēm. Brīnuma būtība ir šāda. Kā zināms, katrs dabiskā urāna kilograms satur tikai nedaudz vairāk par 7 g urāna-235, kas noderīgs par atomdegvielu. Viss pārējais ir urāns-238. Tas paliek atomkurtuves pelnos. Pirmajā padomju atomelektrostacijā, kura darbojas, izmantojot lēnos neitronus un urānu, kas līdz 5% apmērā bagātināts ar urānu-235, pelnos aiziet 95% no visas masas. Ja šos pelnus ievieto ātrā reaktora darba zonā, tad ātro neitronu iedarbībā urāns-238 pārvēršas par plutoniju — vērtīgāko atomdegvielu. Šajā procesā ātrajiem neitroniem ir tā paša «gudrības akmens» loma, kuru tik cītīgi meklēja viduslaiku alķīmiķi, lai pārvērstu nevērtīgos metālus par zeltu. Kodolu alķīmija sasniegusi daudz vairāk — tā spēj pārvērst atomkurtuvju nedzīvos pelnus par dzīvās enerģijas avotu...

PAR GODU JAUNAJAI PASAULEI

95. Amerīcijs — Americium (Am)

Čikāgas universitātes metalurģijas laboratorijai (vēlāk Argonnas nacionālā laboratorija) 1944. g. beigās un 1945. g. sākums iezīmējās ar jauna ķīmiskā elementa radīšanu. Tas bija transurāna ceturtais elements, kuru sintezēja no plutonija-239 un neitroniem G. Sīborgs, R. Džeimss, L. Morgāns un A. Giorso.

«Jaundzimušo» pēc tam ievietoja tanī aktinīdu «īrnieku» dzīvoklī, kas atradās zem dzīvokļa, ko bija ieņēmis eiropijs — lantanīdu rindas elements. Vēloties, no vienas

puses, uzsvērt jaunatklātā elementa ķīmisko īpašību līdzību ar eiropiju, bet, no otras puses, — vēloties, ja jau ir elements, kas nosaukts Vecās pasaules vārdā, lai būtu arī elements par godu Jaunajai pasaulei, jaundzimušo nokristīja par amerīciju.

Tagad ir jau zināms vairāk nekā desmit amerīcija izotopu, kuru pussabrukšanas periodi svārstās no dažiem desmitiem minūšu līdz vairākiem gadu tūkstošiem.

Metālisko amerīciju ieguva Vestrums un Eirings 1951 g., reducējot to ar bāriju no amerīcija trifluorīda berīlija oksīda mikrotiģelī 1200°C tuvai temperatūrai.

Izrādījās, ka amerīcijs ir sudrabaini spožs, kaļams un valkans metāls; tā blīvums — 11,9 g/cm³, bet kušanas temperatūra — apmēram 1100°C.

Amerīcija ieguves parastais avots ir plutonijs-241, kas rodas, plutoniju-239 apstarojot atomreaktorā. Plutonija-241 pussabrukšanas periods ir 13 gadi, kas nodrošina pietiekami lielu laika rezervi, lai veiktu nepieciešamo darbu tā attīrīšanai no piemaisījumiem, nezaudējot no tā izveidojušos amerīciju. Amerīcijam-241, kas radies, sabrūkot plutonijam-241, ir samērā ilgs pussabrukšanas periods, proti, 458 gadi; šis apstāklis dod iespēju uzkrāt amerīciju lielos daudzumos (līdz pat vairākiem gramiem) plutonija šķīdumos, kuri saglabājas vairākus gadus. Jāpiezīmē, ka šāds process amerīcija iegūšanai no plutonija šķīduma ieguva savdabīgu nosaukumu «izslaukšana», bet pašu plutonija šķīdumu pēc pilnīgi saprotamas analogijas sāka saukt par «govi». Plutonija «govs» sistemātiska «slaukšana» deva iespēju «izslaukt» tādu amerīcija daudzumu, kāds ir pietiekams, lai rūpīgi un vispusīgi izpētītu tā īpašības.

Izmantojot trīsvērtīgā amerīcija relatīvi lielo stabilitāti salīdzinājumā ar urānu, neptūniju un plutoniju, skābēs amerīciju var iegūt pēc nogulsnēšanas un jonu apmaiņas metodes, kā arī ekstrahējot ar šķīdinātājiem. Milzīgu darbu šajā virzienā veica Losalamosas zinātniskās pētniecības laboratorijas līdzstrādnieki. Viņi strādāja, nerēķinoties ar dzīvības briesmām, jo ir zināms, ka amerīcija-241 parastā izotopa 1 g emitē 7 triljonus α -daļiņu vienā minūtē! Šīs laboratorijas līdzstrādnieku veiktais darbs deva iespēju sīki izpētīt amerīcija ķīmiskās īpašības.

Izrādījās, ka amerīcijs ļoti atgādina raksturīgus retzemju elementus. Tam piemīt mainīga vērtība. Ir zināmi

trīsvērtīgie, četrvērtīgie, piecvērtīgie un sešvērtīgie amerīcija savienojumi. Tomēr visstabilākie, it īpaši šķīdumos, ir trīsvērtīgie amerīcija savienojumi.

Ļoti niecīgs dabiskā amerīcija daudzums ir zemes garozā. To konstatēja padomju zinātnieki.

MARIJAS UN PJERA KIRI VAROŅDARBA PIEMIŅAI

96. Kirijs — Curium (Cm)

G. Sīborgs, R. Džeimss un A. Giorso, bombardējot pluto-niju-239 ar hēlija joniem, 1944. g. starp kodolreakcijas produktiem atrada elementu, kam pēc sava lādiņa lieluma vajadzēja ieņemt periodiskajā sistēmā 96. vietu.

Vēlāk konstatēja, ka 96. elementu var sintezēt no amerīcija-241 kodoliem un neitroniem kodolreakciju rezultātā, kas notiek kodolreaktoros.

Tagad ir zināms liels skaits (13) 96. elementa izotopu, kuru pussabrukšanas periods ilgst no vienas stundas līdz miljoniem gadu. Masas skaitlis 96. elementam ir no 238 līdz 250. Starp citu, daži 96. elementa smagie izotopi izraisa nepārspējamu interesi kā vielas, kurām piemīt savdabīgas īpašības.

Tā, piemēram, izotops ar masas skaitli 242 ir tik intensīvs siltuma izstarotājs, ka šī izotopa kompakts gabaliņš metāliskā stāvoklī no izdalītā siltuma sakarsis līdz spīgtai kvēlei.

Būdam ļoti intensīvs α -daļiņu izstarotājs, kas 1000 reizes pārsniedz amerīcija starojumu, izotops-242 ir ļoti bīstams tā pētnieku veselībai un dzīvībai. Pilnīgi saprotams, ka šādus izotopus pēti, izmantojot dažādas sarežģītas iekārtas, televīzijas raidītājus, mehāniskās rokas un citas mūsdienu tehnikas ierīces. Laba aizsardzības sistēma, augsta eksperimentālo darbu veikšanas tehnika un eksperimentētāju pedantiskā precizitāte pilnīgi novērš kirija radioaktīvās iedarbības iespēju.

Verners un Perlmens 1947. g. pirmo reizi izdalīja tīrā veidā dažus 96. elementa savienojumus. Šī elementa niecīgo daudzumu, ko varēja izteikt mikrogramos, izdalīja Volmens, Kreins un Keningems, reducējot tā trifluorīdu 1275°C temperatūrā ar bārija tvaikiem.

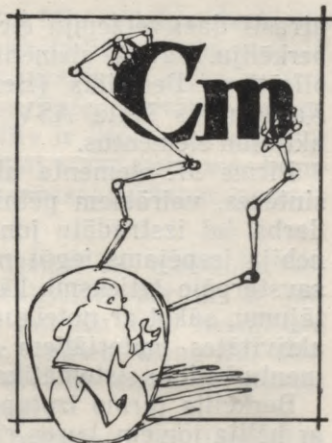
Padomju ķīmiķi un fiziķi atspēkoja iesakņojušos uzskā-

tus, ka uz zemes nav dabiskā kirija. Tiesa, dabā kirija ir ārkārtīgi maz — izpētītajos paraugos tā daudzums nepārsniedza procenta simtmiljono daļu. Zemes garozā tā vidējais saturs ir vēl mazāks, proti, tikai procenta simtmiljardās daļas. Tomēr galvenais ir tas, ka kirijs tomēr dabā ir!

Metāliskā stāvoklī 96. elements ir sidrabains, spožs, kaļams un valkans metāls, kas oksidējas un korodē daudz vieglāk par citiem transurāna elementiem. Neparasti augstās 96.

elementa reaģēšanas spējas, salīdzinot ar neptūniju, plutoniju un amerīciju, acīmredzot ir saistītas ar elementa intensīvo sakaršanu radioaktīvās sabrukšanas rēzultātā. Savienojumos visstabilākais elementa stāvoklis ir trīsvērtīgais. Šādā stāvoklī 96. elements ļoti atgādina pārējos lantanīdu un aktinīdu rindas elementu trīsvērtīgos savienojumus.

Minēsim dažus vārdus par 96. elementa nosaukumu. Šis elements savu vietu ieņēmis zem lantanīdu grupas elementa gadolīnija. Saglabājot analogiju ar iepriekšējā elementa pāra nosaukumiem (eiropijs — amerīcijs), 96. elementu (gadolīnijs nosaukts ievērojamam retzemju pētniekam ķīmiķim Gadolīnam par godu) nosauca par kiriju, tādējādi godinot ģeniālos radioaktīvo elementu pētniekus Mariju un Pjeru Kirī. Tas ir cienīgs pieminēklis entuziastiem, kas atdeva savas dzīvības cīņā par dabas izziņāšanu, cilvēkiem, kuru vārdus nemirstīgus padarījuši viņu darbi.



PAR GODU AKTINĪDU DZIMTENEI

97. Berkēlijs — Berkelium (Bk)

1949. g. A. Giorso, S. Tompsons un G. Siborgs atklāja 97. elementa pirmo izotopu.

Pēc analogijas ar lantanīdu rindas elementu terbiju, ko nosauca zviedru ciema Iterbijas vārdā, kura apkaimē bija

atrasti daži retzemju elementi, 97. elementu nosauca par berkēliju. Jaunā elementa vārdu atvasināja no nelielās pilsētiņas Berklijas (Berkeley) nosaukuma, kas atrodas Kalifornijas štatā ASV un kuras tuvumā atklāja dažus aktinīdu elementus.

Pirms 97. elementa atklāšanas vai precīzāk, pirms tā sintēzes, vairākiem pētniekiem bija jāveic sasprindzināts darbs, lai izstrādātu jonu apmaiņas metodiku, bez kuras nebija iespējams iegūt neapstrīdamus datus par aktinīdu savstarpējo attieksmi, kā arī atrisināt milzum daudz jautājumu, sākot ar noteikumiem par darbu ar augstas radioaktivitātes materiāliem un beidzot ar supersmago elementu kodolu sistemātikas problēmām.

Berkēlija pirmo izotopu ieguva, apšaudot amerīciju-241 ar hēlija joniem, kurus raidīja spēcīgs paātrinātājs — ciklotrons. Iespiežot amerīcija kodolā α -daļiņu un izspiežot no kodola divus neitronus, ieguva berkēlija-243 izotopa kodolu.

Vēlāk ieguva vēl daudzus berkēlija izotopus, kuru pussabrukšanas periods svārstās no trim stundām līdz $\sim 10^4$ gadu. Tā, piemēram, berkēlija-249 pussabrukšanas periods sasniedz 290 dienas, bet berkēlijam-247 tas ilgst pat 7000 gadu! Šī izotopa atklāšana pavēra plašas iespējas 97. elementa un tā savienojumu īpašību vispusīgai un rūpīgai izpētišanai. Tiesa, šim nolūkam nepieciešami paātrinātāji, kas dod daļiņu plūsmu, kuru ātrumi ievērojami lielāki par tiem, kādi ir amerikāņu zinātnieku rīcībā. Šajā sakarā nāk prātā ASV atompētnieku delegācijas vadītāja Glēna Sīborga paziņojums Uljanovskā, apskatot reaktoru, kas dod neitronu kūli, caur kura katru kvadrātcimetru iziet 10^{15} neitronu sekundē: «Mēs ar skaudību raugāties uz jūsu reaktoru... Neviens reaktors pasaulē, kas pašreiz darbojas, nedod tik intensīvu neitronu plūsmu.»

Pēc izpētītajām īpašībām berkēlijam ir liela līdzība ar terbiju, kas pēc savas atrašanās vietas lantanīdu rindā atbilst berkēlija atrašanās vietai aktinīdu rindā.

PAR GODU UNIVERSITĀTEI UN ŠTATAM

98. Kalifornijs — Californium (Cf)

Drīz vien pēc berkēlija sintēzes tie paši pētnieki, pieņemot par «līdzautoru» arī K. Strītu, atklāja 98. elementu.

Jaunā elementa pirmo izotopu pēc aprēķiniem vajadzēja

iegūt kodolreakcijā, kuras shēma bija līdzīga berkēlija iegūšanas shēmai. Šajā nolūkā kirija-242 atoma kodolā paredzēja iedzīt hēlija kodolu un, izspiežot divus neitronus, izveidot 98. elementa kodolu. Taču, pretēji cerībām, ieguva izotopu, kura masas skaitlis ir 245, t. i., iedzenot kodolā α -daļiņas, tika izspiests tikai viens neitrons. Iegūtais izotops bija ļoti nestabils; tā pussabrukšanas periods ilga tikai 45 minūtes.

Tagad ir zināmi vairāk nekā desmit 98. elementa izotopu; to lielākajai daļai pussabrukšanas periods ir ļoti īss un ilgst tikai no desmitiem minūšu līdz desmitiem dienu, bet dažiem izotopiem — no simtiem dienu līdz desmitiem gadu; un beidzot, tikai diviem izotopiem pussabrukšanas periods ir 360 un 800 gadi.

Jaunā, 98. elementa ķīmiskais homologs ir lantanīdu rindas elements disprozijs, kas pazīstams savienojumos trīsvērtīgā stāvoklī. Šāds stāvoklis raksturīgs arī 98. elementam.

Elementa pirmatklājēji 98. elementu nosauca par kaliforniju. Šo vārdu elementam piešķīra par godu universitātei un štatam, kur to atklāja.

KODOLTERMISKĀS EKSPLOZIJAS LOLOJUMS

99. Einšteinijs — Einsteinium (Es)

100. Fermijs — Fermium (Fm)

Pirmie ziņojumi par 99. un 100. elementa atklāšanu populārzinātniskajos žurnālos bija lasāmi 1950.—1951. g. Vienu no šiem elementiem, konkrēti, 99., nosauca par atēniju par godu vecākajai Eiropas pilsētai, Grieķijas galvaspilsētai Atēnām, kur vairāk nekā pirms divarpus tūkstošiem gadu pirmo reizi tika izteiktas filozofiskas idejas par atomiem kā pasaules ēkas ķieģeļiem.

Otru elementu, kura kārtas numurs bija 100, nosauca par centūriju, atvasinot nosaukumu no latīņu vārda *centum*, kas tulkojumā nozīmē «simts», uzsverot, ka cilvēkam ir kļuvis zināms jau tieši simts ķīmisko elementu. Ziņojumā par 99. un 100. elementa atklāšanu bija norādīti arī to sintēzes paņēmieni. Abi elementi bija iegūti, apšaudot neptūniju un plutoniju ar oglekļa joniem. Tomēr

drīz vien konstatēja, ka 99. un 100. elementa atklāšana ir apšaubāma. Šaubas izteica noliegumu.

Pirmos 99. un 100. elementa izotopus atrada starp smagajiem radioaktīvajiem elementiem, kas bija iegūti kā produkti kodoltermiskajā eksplozijā, kura notika 1952. gada novembrī Klusajā okeānā ar devīzi «Operācija Maiks». Šīs eksplozijas, kas radās, uz urānu momentāni iedarbojoties intensīvai neitronu plūsmai, deva vairākus urāna smagos izotopus. Būdami radioaktīvi, šie izotopi sadalījās, izdalot β -daļiņas un savukārt veidojot neptūnija, plutonija, amerīcija un citu transurāna elementu smagos izotopus.

Izmantojot jaunākās pētniecības metodes, A. Giorso un G. Sīborgs, analizējot desmitiem kilogramu korāļu nogulumu, kurus savāca vienā no atoliem, kas atradās vistuvāk eksplozijas vietai, atklāja 99. un 100. elementu.

Par godu jauno laiku ģeniālajam fiziķim, lielajam humānistam un konsekventajam miera cīnītājam Albertam Einšteinam 99. elementu nosauca par einšteiniju, bet 100. elementu — par godu izcilajam itāliešu fiziķim un atomenerģētikas tēvam Enriko Fermi — par fermiju.

Detalizēti izpētot kodolreakcijas, kuras notika kodoltermiskās eksplozijas «Maiks» laikā, kā arī produktus, kuri izveidojās materiālu pētniecības reaktorā Aidaho, amerikāņu fiziķiem bija iespējams precizēt einšteinija un fermija izotopu veidošanos. Vairākus einšteinija izotopus ieguva, apšaudot urāna mērķus ar slāpekļa joniem, bet berkēlija mērķus — ar hēlija joniem.

Pašreiz ir zināmi ap desmit einšteinija izotopu, kuru masas skaitlis ir no 246 līdz 256; to pussabrukšanas periods ilgst no 1,2 minūtēm līdz 480 dienām. Izotopiem, kuru masas skaitlis ir 253; 255; 252 un 254, pussabrukšanas periodi attiecīgi ir 20; 24; 140 un 480 dienas.

Vēl isāks pastāvēšanas laiks ir fermija izotopiem. Izotopam ar visgarāko mūžu (fermijam-257) pussabrukšanas periods ir 79 diennaktis, bet lielākajai daļai pārējo fermija izotopu pussabrukšanas periods ilgst no 30 minūtēm līdz 22 stundām.

Ūdens šķīdumos einšteiniji un fermiji izturas kā pozitīvi trīsvērtīgie joni. Vispār, einšteiniji un fermiji pēc savām ķīmiskajām īpašībām ir ļoti līdzīgi saviem priekšgājējiem aktinīdu elementu rindā.

PAR GODU KRIEVU ĢĒNIJAM

101. Mendelēvijs — Mendelevium (Md)

Izzinot kodola termodinamikas likumus un sistematizējot smagākos aktīnīdus, G. Sīborgs ar līdzstrādniekiem paredzēja, ka eksistē 101. elements, kura izotopu ar masas skaitļiem no 251 līdz 261 pussabrukšanas periodam vajadzēja būt no dažām minūtēm līdz dažām dienām.

Tiešām, drīz vien A. Giorso, G. Sīborgs un citi pētnieki, apšaudot einšteinija mērķus ar ciklotronā paātrinātiem hēlija joniem, ieguva 101. elementa izotopu ar masas skaitli 256.

Jaunā, 101. elementa izotopu ieguva kodolreakcijas rezultātā, hēlija kodolam ietriecoties einšteinija-253 kodolā, kas, zaudējis vienu neitronu, pārvērtās par jaunā elementa atoma kodolu. Tādā veidā ieguva jaunā elementa pirmos 17 atomus. Tikai 17 atomus!

Ko gan nozīmē 17 atomi? Nav pat iespējams atrast piemērotu salīdzinājumu, lai varētu izsmeloši atbildēt uz šo jautājumu un lai spētu iedomāties, cik bezgalīgi niecīgs ir vielas daudzums, kurā ir tikai 17 atomi! Ja, piemēram, dzelzs atomus, kas atrodas kniepadatas galviņā, vienmērīgi izkaisītu pa visu zemeslodi, tad uz katru tās virsmas kvadrātmetru nokristu... 20 000 atomu! Bet 101. elementa atomu bija pavisam tikai 17, t. i., 6000 reizes mazāk nekā viena tūkstošmiljardā daļa no vienas vienīgas kniepadatas galviņas atomu kopskaita.

Tomēr, izpētījot tieši šo izzūdošo mazo «neko», konstatēja ne vien jaunā elementa pastāvēšanu, bet arī noteica tā īpašības, konkrēti, atklāja, ka šī elementa pussabrukšanas periods ir 1,5 stundas. Tik fantastiski precīza ir 20. gadsimta atomu «alkīmiķu» apgūtā eksperimentēšanas meistarība!

Spēcīgi ciklotroni, šķidrās hēlijs, precīzāki hromatografiskās analīzes paņēmieni, modernākā mikroaparātūra, kuras nozīmīgākās daļas viegli ievietojamas vestes kabatā — tas viss tika izmantots, lai iegūtu 17 atomus.



Jaunā, 101. elementa paredzēšana, bet pēc tam arī tā atklāšana vai, precīzāk, radišana bija īsts cilvēka varenības triumfs pār dabas spēkiem, lielisks zinātniskās paredzēšanas un eksperimentālās meistarības pilnības triumfs.

Par godu izcilajam krievu ķīmiķim, ķīmisko elementu periodiskās sistēmas radītājam D. Mendelejevam grupa amerikāņu zinātnieku, kas atklāja 101. elementu, vienprātīgi to nosauca par mendelēviju. Ar to amerikāņu pētnieki ne tikai parādīja pienācīgu zinātnisko cieņu krievu ģenijam, bet arī uzsvēra Mendelejeva sistēmas izcilo lomu, kurai ir burvju atslēdzīņas īpašības; ar šo burvju atslēdzīņu zinātne spēj piekļūt pie dabas visslepenākajām dārgumu krātuvēm.

IZKLIEDĒTO ŠAUBU ELEMENTS

102. elements

1957. g. pavasarī starptautiska zinātnieku grupa, kurā ietilpa Nobeļa fizikas institūta (Zviedrija), atomenerģijas zinātniskās pētniecības centra Harvelā (Anglija) un Argonnas nacionālās laboratorijas (ASV) pārstāvji, iesniedza pieteikumu par 102. elementa izotopa atklāšanu.

Elements bija ticis sintezēts, bombardējot kirija-244 kodolu ar oglekļa-13 joniem, kas bija paātrināti ciklotronā. Eksperimentā bija iegūti pavisam tikai ... daži atomi. Skaidrs, ka elementa indentificēšana bija ļoti apgrūtināta un pat tā masas skaitlis bija noteikts acimredzot kā 251 vai 253. Jaunais 102. elements, protams, bija radioaktīvs; tā pussabrukšanas periods ilga apmēram 10 minūtes.

Par godu Nobeļa fizikas institūtam, kurā starptautiskā zinātnieku grupa strādāja, «jaundzimušo» nokristīja par nobēliju.

Tā paša gada rudenī Berklijā (ASV) nodeva ekspluatācijā smago daļiņu lineāro paātrinātāju, un zinātnieku grupa (Giorso, Sīborgs, Siklends un Voltens) sāka pārbaudīt Stokholmas zinātnieku atklājumu. Tomēr, lai gan 102. elementa rūpīgā meklēšana notika apstākļos, kas precīzi atbilda Zviedrijas apstākļiem, amerikāņu zinātnieki nespēja atkārtot Zviedrijā iegūtos rezultātus.

1957. g. rudenī Maskavā padomju fiziķu grupa G. Fļerova vadībā, bombardējot plutonija-241 kodolus ar skābekļa-16 joniem, kas bija paātrināti ciklotronā, ieguva 102. elementu ar masas skaitli 253. Iegūtajam elementam piemita α -aktivitāte, tā pussabrukšanas periods ilga sekundes, bet nekādā gadījumā nepārsniedza vienu minūti. Tādā veidā darbs, ko veica pētnieku grupa G. Fļerova vadībā, arī neapstiprināja Stokholmā iegūtos rezultātus.



1958. g. aprīlī amerikāņu zinātnieku grupa atsāka darbu 102. elementa radīšanā. Izmantojot smago daļiņu lineāro paātrinātāju, viņi bombardēja kirija-246 kodolu ar oglekļa-12 joniem. «Artīlērijas uzbrukuma» rezultātā zinātniekiem beidzot izdevās radīt 102. elementa izotopu ar masas skaitli 254 un pussabrukšanas periodu — 3 sekundes. 1959. g. sākumā, atkārtojot Zviedrijas zinātnieku grupas eksperimentus, Giorso, Siborgs, Siklends un Voltens ieguva 102. elementa izotopu ar masas skaitli 253, tā pussabrukšanas periods bija mērījams sekundēs un nekādā gadījumā nepārsniedza vienu minūti. Šie dati lieliski sakrita ar rezultātiem, ko bija ieguvuši padomju zinātnieki G. Fļerova vadībā.

Arī paši zviedri 1959. g. bija spiesti atzīt, ka viņu 1957. g. iegūto rezultātu interpretācija ir jāmaina.

Tā kā 102. elementa izotops, kura pussabrukšanas periods ir 10 minūtes un kuru zviedri nosauca par nobēliju, neeksistēja, jautājums par šī elementa pastāvēšanu kļuva nenoteikts. Situācijas nenoteiktība izpaudās arī jautājuma zīmē masas skaitļa vietā līdzās nobēlija simbolam pēc 1957. g. izdotajās elementu periodiskās sistēmas tabulās.

Lai atrisinātu šo jautājumu, bija nepieciešami jauni eksperimenti, jaunas pētīšanas metodes un jauni kodolpētīšanas ieroci.

Lai radītu jaunu elementu, taču jāiegūst atoma kodols, kura lādiņš ir par vienu vienību lielāks nekā periodiskās sistēmas pašam pēdējam elementam. Šim nolūkam kodolā, no kura cenšas iegūt jaunu elementu, jāietric gaidāmai

kodolreakcijai atbilstošs lādiņš. Jo lielāks ir elementa atoma numurs, jo grūtāk veikt šo uzdevumu. Transurānu elementu izotopiem, kā zināms, parasti nav ilgs mūžs, tie pastāv neilgu laiku un ar momentānu ātrumu sabrūk, un tāpēc vienkārši nepietiek laika, lai noteiktu periodiskās sistēmas jaunā locekļa personību. Uzdevums, šķiet, ir ne vien grūts, bet pat neatrisināms. Tāpēc panākumi ir vēl ievērojamāki un ieguldījums zinātnē vēl lielāks, ja tomēr izdodas šo uzdevumu atrisināt.

Šādu ieguldījumu kodolfizikā deva 1963. g. Apvienotā kodolpētījumu institūta jauno zinātnieku grupa (J. Doņecs, V. Jermakovs un V. Ščeņoļevs) G. Fļerova vadībā.

Apstarojot urāna-238 mērķi ar neona-22 jonu daļiņu spēcīgu plūsmu, kuri bija paātrināti pasaulē visspēcīgākajā Dubnas ciklotronā, izdevās iegūt 102. elementa vissmagāko izotopu ar masas skaitli 256. Jaunieģūtais izotops ir α -aktīvs. Emitējot α -daļiņas, tas pārvēršas par labi izpētīto elementu fermiju, kura klātbūtne ir vislabākais jaunā elementa iegūšanas apliecinājums. Jaunā elementa reģistrēto sabrukšanas aktu skaits (vairāk par 700) ievērojami pārsniedza visu, kas bija agrāk iegūts visās pasaules laboratorijās kopā, mēģinot sintezēt 102. elementu.

Izrādījās, ka jaunā elementa pussabrukšanas periods ir 8 sekundes. Tādā veidā vēlreiz bija pierādīts, ka 102. elementam nav ilgi pastāvošu izotopu un galīgi izkļiedētas šaubas, ko bija izraisījis Zviedrijā strādājošo zinātnieku paziņojums, ka eksistē 102. elementa izotops, kura pussabrukšanas periods ir 10 minūtes.

Pilnīgi skaidrs joprojām nav jautājums par 102. elementa nosaukumu. Ja izotops, kas nosaukts par nobēliju, vēl līdz pat šim laikam nav atrasts, tad vai ir pamats šajā vārdā saukt 102. elementa izotopus, kas iegūti citos institūtos un laboratorijās?¹

Varbūt šis jautājums nav būtisks! Lietas būtība taču nav atkarīga no nosaukuma, bet no sprautā mērķa. Un īstiem zinātniekiem mērķis ir viens — turpināt atklājumus, vēl tālāk iedziļināties mikropasaules noslēpumos, kas ved cilvēku uz jaunām uzvarām pār dabu.

¹ Autori ierosinājuši nosaukt 102. elementu Frederika Zolio vārdā — tādējādi godinot izcilā franču zinātnieka Frederika Zolio-Kiri nopelnus visas cilvēces labā. — *Tulk. red.*

UZ NEZINĀMĀ ROBEŽAS

103. Lourensijs?

«Uzmanību! Atklāts 103. elements!» Šādi virsraksti bija laikrakstos un populāros žurnālos publicētajiem sensacionālajiem ziņojumiem. Tiem par cēloni bija kodolu pārvērtības Kalifornijas universitātes Lourensa laboratorijā, ar bora-10 atomu kodoliem bombardējot kalifornija atomus. Ziņojumos bija arī norādīts, ka jaundzimušā atomsvars ir 257, bet pussabrukšanas periods — 8 sekundes.

Vieni pasteidzās nokristīt jauno elementu, nosaucot to par lourensiju, otri izgudroja elementa ķīmisko simbolu, bet trešie jau ierakstīja tā vārdu pazīstamo pasaules ēkas ķieģeļu sarakstā. No tā laika, kopš bija lasāms pirmais paziņojums par 103. elementu, ir izdarīti daudzi atklājumi. Tomēr jaunas ziņas par 103. elementu nav dzirdētas.

MEKLĒJUMI TURPINĀS

Vai atklās vēl elementus pēc 103. elementa? — Tā mēs jautājam, beidzot šo stāstu par periodiskās sistēmas elementiem un gatavojot izdošanai grāmatas kārtējo izdevumu. Un atbildam izvairīgi — meklējumi turpinās!

Meklējumi vainagojās panākumiem!

Atklāts 104. elements!

Arī šoreiz par ieroci noderēja kodolartilērija, tikai ar vēl smagākiem lādiņiem — ar neona-22 kodoliem.

Aprēķini, ko izdarīja atomu arhitekts Georgijs Fļerovs, pierādīja, ka plutonija-242 kodolam jāpāriet ierosinātā stāvoklī, bet pēc četrus protonus izgaišanas tam jāpārvēršas par 104. elementa smago izotopu. Teorija arī paredzēja, ka nākošā jaundzimušā elementa mūžs būs ļoti īss — tikai sekundes daļas. Bez tam, cits pēc cita jaundzimušie var rasties tikai pēc 5—6 stundu starplaika.

Izmantojot pasaulē lielāko daudzlādiņu jonu paātrinātāju, ko radījuši padomju zinātnieki un inženieri, kā arī realizējot oriģinālo ideju par tiešiem mērījumiem tieši ciklotrona kamerā, kurā valda tūkstošiem voltu spriegums, bet atrodas aparatūra ar jutīgumu līdz volta tūkstošajām daļām, izmantojot kodolpārvērtību produktu fiksēšanas

jaunāko metodiku, izdevās iegūt 104. elementa pirmos atomus. Pēc dažām dienām to skaits jau sasniedza 150.

Sniedzam jaundzimušā, pases datus; tas ieradās pasaulē Apvienotā kodolpētījumu institūta (Dubnā) kodolreakciju laboratorijā: 104. elementa izotops ar atomsvāru 260; pastāvēšanas ilgums — 0,3 sekundes; rodas ar ātrumu viens atoms 5 stundās, bombardējot plutoniju-242 ar neona-22 paātrinātiem kodoliem; dzimšanas gads — 1964.; dzimšanas vieta — Padomju Sociālistisko Republiku Savienība! Vārds? Visus priekšlikumus G. Fļerovs ieraksta savā piezīmju grāmatiņā. Tos rūpīgi izstudēs.¹

Neizteiksim minējumus par šī lielā atklājuma iespējamām sekām. Laiks nesīs mums jaunus datus, jaunas šaubas un jaunus panākumus. Meklējumi turpinās!

Var ar pārliecību apgalvot, ka periodiskā sistēma ir kļuvusi bagātāka ar vēl vienu elementu, bet vecais uzskats, ka iespējami maksimāli tikai simt trīs elementu pastāvēšana, neizturēja pārbaudi.

¹ Apvienotā kodolpētījumu institūta padome atbalstījusi zinātnieku — elementa radītāju ierosinājumu nosaukt šo elementu izcilā padomju zinātnieka Igora Kurčatova vārdā. — *Tulk. red.*

SATURS

Meklējumi turpinās	3
Ķieģeļi pasaules ēkā	8
Elements, kas no uguns rada . . . ūdeni. 1. Ūdeņradis — <i>Hydrogenium</i> (H)	8
To atrada uz saules. 2. Hēlijs — <i>Helium</i> (He)	16
Vieglākais metāls. 3. Litijs — <i>Lithium</i> (Li)	23
Saldais oksīds. 4. Berilijs — <i>Beryllium</i> (Be)	27
Bez tā nezied augi. 5. Bors — <i>Borium</i> (B)	31
Miljonārs. 6. Ogleklis — <i>Carboneum</i> (C)	33
Bez tā nav dzīvības. 7. Slāpekļis — <i>Nitrogenium</i> (N)	49
Visizplatītākais. 8. Skābekļis — <i>Oxygenium</i> (O)	55
Postītājs. 9. Fluors — <i>Fluorum</i> (F)	59
Jaunais starp vecajiem. 10. Neons — <i>Neon</i> (Ne)	64
Metāls, kas šķīst ūdenī. 11. Nātrijs — <i>Natrium</i> (Na)	65
Serkociņa liesmā sadegošs. 12. Magnijs — <i>Magnesium</i> (Mg)	71
Sociālisma metāls. 13. Alumīnijs — <i>Aluminium</i> (Al)	75
Nedzīvās dabas pamats. 14. Silīcijs — <i>Silicium</i> (Si)	81
Gaismas nesējs. 15. Fosfors — <i>Phosphorus</i> (P)	88
Vulkāna žults. 16. Sērs — <i>Sulphur</i> (S)	96
Sālstraukā paslēpies slepkava. 17. Hlors — <i>Chlorum</i> (Cl)	102
Trešās zīmes triumfs. 18. Argons — <i>Argon</i> (Ar)	105
Auglības elements. 19. Kālijs — <i>Kalium</i> (K)	109
Tas atrodams ēkās un . . . kaulos. 20. Kalcijs — <i>Calcium</i> (Ca)	112
Metāls, kas gaida savu izmantojumu. 21. Skandijs — <i>Scandium</i> (Sc)	115
Nākotnes titāns. 22. Titāns — <i>Titanium</i> (Ti)	117
Automobiļu metāls. 23. Vanādijs — <i>Vanadium</i> (V)	120
Viscietākais metāls. 24. Hroms — <i>Chromium</i> (Cr)	122
Tērauda un čuguna pastāvīgais pavadonis. 25. Mangāns — <i>Manganum</i> (Mn)	124
Vispopulārākais, visizplatītākais. 26. Dzelzs — <i>Ferrum</i> (Fe)	126
Brīnišķīgo sakausējumu metāls. 27. Kobalts — <i>Cobaltum</i> (Co)	134
Neīstais varš. 28. Niķelis — <i>Nicolum</i> (Ni)	137
Viens no vissenākajiem un visderīgākajiem. 29. Varš — <i>Cuprum</i> (Cu)	140
Zudušais un atkal atrastais. 30. Cinks — <i>Zincum</i> (Zn)	146
Mendeļejeva ģēnija pirmais liecinieks. 31. Gallijs — <i>Gallium</i> (Ga)	148
Periodiskās sistēmas triumfs. 32. Ģermānijs — <i>Germanium</i> (Ge)	150
Veselības un nāves nesējs. 33. Arsēns — <i>Arsenicum</i> (As)	153
«Mēness elements». 34. Selēns — <i>Selenium</i> (Se)	157

Fototehnikas elements. 35. Broms — <i>Bromum</i> (Br)	159
Apslēptā gāze. 36. Kriptons — <i>Krypton</i> (Kr)	160
Tumšsarkanais «neizskaramais». 37. Rubīdijs — <i>Rubidium</i> (Rb)	162
Metāls, kas apdraud cilvēci. 38. Stroncijs — <i>Strontium</i> (Sr)	163
Radioaktīvais un baismīgais. 39. Itrijs — <i>Yttrium</i> (Y)	169
Augsto temperatūru tehnikas metāls. 40. Cirkonijs — <i>Zirconium</i> (Zr)	171
Niobe vai Kolumbs? 41. Niobijs — <i>Niobium</i> (Nb)	174
Samuraju zobenu noslēpums. 42. Molibdēns — <i>Molybdaenum</i> (Mo)	175
«Izmirušais» un no jauna atdzimušais. 43. Tehnēcijs — <i>Techne-</i> <i>tium</i> (Te)	179
Platina pavadonis. 44. Rutēnijs — <i>Ruthenium</i> (Ru)	184
Vēl viens platina pavadonis. 45. Rodijs — <i>Rhodium</i> (Rh)	185
Saindēšanās novēršējs. 46. Pallādijs — <i>Palladium</i> (Pd)	186
Maķedonijas Aleksandra karavīru slimības noslēpums. 47. Sud- rabs — <i>Argentum</i> (Ag)	188
Neitronu «rijējs». 48. Kadmījs — <i>Cadmium</i> (Cd)	197
Kāds spogulis labāks? 49. Indijs — <i>Indium</i> (In)	198
Metāls, kas slimo ar... mēri. 50. Alva — <i>Stannum</i> (Sn)	200
Šālhauzenas klostera priekšnieka kļūda. 51. Antimons — <i>Sti-</i> <i>bium</i> (Sb)	204
Paradoksālais zelts. 52. Telūrs — <i>Tellurium</i> (Te)	206
Slimību atvairītājs. 53. Jods — <i>Iodum</i> (J)	208
Viena no «cēlājām». 54. Ksenons — <i>Xenon</i> (Xe)	210
Metāls, ko varētu izkausēt plaukstā. 55. Cēzijs — <i>Cesium</i> (Cs)	212
Ārstu palīgs. 56. Bārijs — <i>Barium</i> (Ba)	215
Dvīņu ģimenes «ciltstēvs». 57. Lantāns — <i>Lanthanum</i> (La)	216
Astronomijas panākumiem par godu. 58. Cērijs — <i>Cerium</i> (Ce)	223
Zaļais dvīnis. 59. Prazeodīms — <i>Praseodymium</i> (Pr)	229
Jaunais dvīnis. 60. Neodīms — <i>Neodymium</i> (Nd)	231
Miera vārdā. 61. Prometijs — <i>Promethium</i> (Pm)	232
Pazīstama skanējuma vārds. 62. Samārijs — <i>Samarium</i> (Sm)	238
Visvieglākais no lantanīdiem. 63. Eiropijs — <i>Europium</i> (Eu)	240
Par godu somu ķīmiķim. 64. Gadolīnijs — <i>Gadolinium</i> (Gd)	242
Iterbijas ciemam par godu. 65. Terbijs — <i>Terbium</i> (Tb)	243
Grūti pieejamais. 66. Disprozijs — <i>Dysprosium</i> (Dy)	245
Neizmantojamais. 67. Holmijs — <i>Holmium</i> (Ho)	246
Vēlreiz par godu Iterbijas ciemam. 68. Erbijs — <i>Erbium</i> (Er)	247
Skandināvijas pussalai par godu. 69. Tūlijs — <i>Thulium</i> (Tu)	247
Un atkal par godu Iterbijai. 70. Iterbijs — <i>Yterbium</i> (Yb)	249
Pēdējais lantanīdu ģimenē. 71. Lutēcijs — <i>Lutetium</i> (Lu) (Ka- siopejs)	250
Cirkonija pavadonis. 72. Hafnijs — <i>Hafnium</i> (Hf)	251
Ķirurģu metāls. 73. Tantāls — <i>Tantalum</i> (Ta)	253
Visgrūtāk kūstošais metāls. 74. Volframs — <i>Wolfram</i> (W)	255
Atradums «tukšajā» zemē. 75. Rēnijs — <i>Rhenium</i> (Re)	259
Metāls — smagsvars. 76. Osmijs — <i>Osmium</i> (Os)	261
Parīzes meridiāna glabātājs. 77. Iridijs — <i>Iridium</i> (Ir)	262
Ķīmisko laboratoriju metāls. 78. Platīns — <i>Platinum</i> (Pt)	265
Cilvēku sviedru, asaru un asiņu metāls. 79. Zelts — <i>Aurum</i> (Au)	270
Sudraba ūdens. 80. Dzīvsudrabs — <i>Hydrargyrum</i> (Hg)	282
«Zaļais zars». 81. Tallijs — <i>Thallium</i> (Tl)	285
Vēl viens no senajiem. 82. Svins — <i>Plumbum</i> (Pb)	286

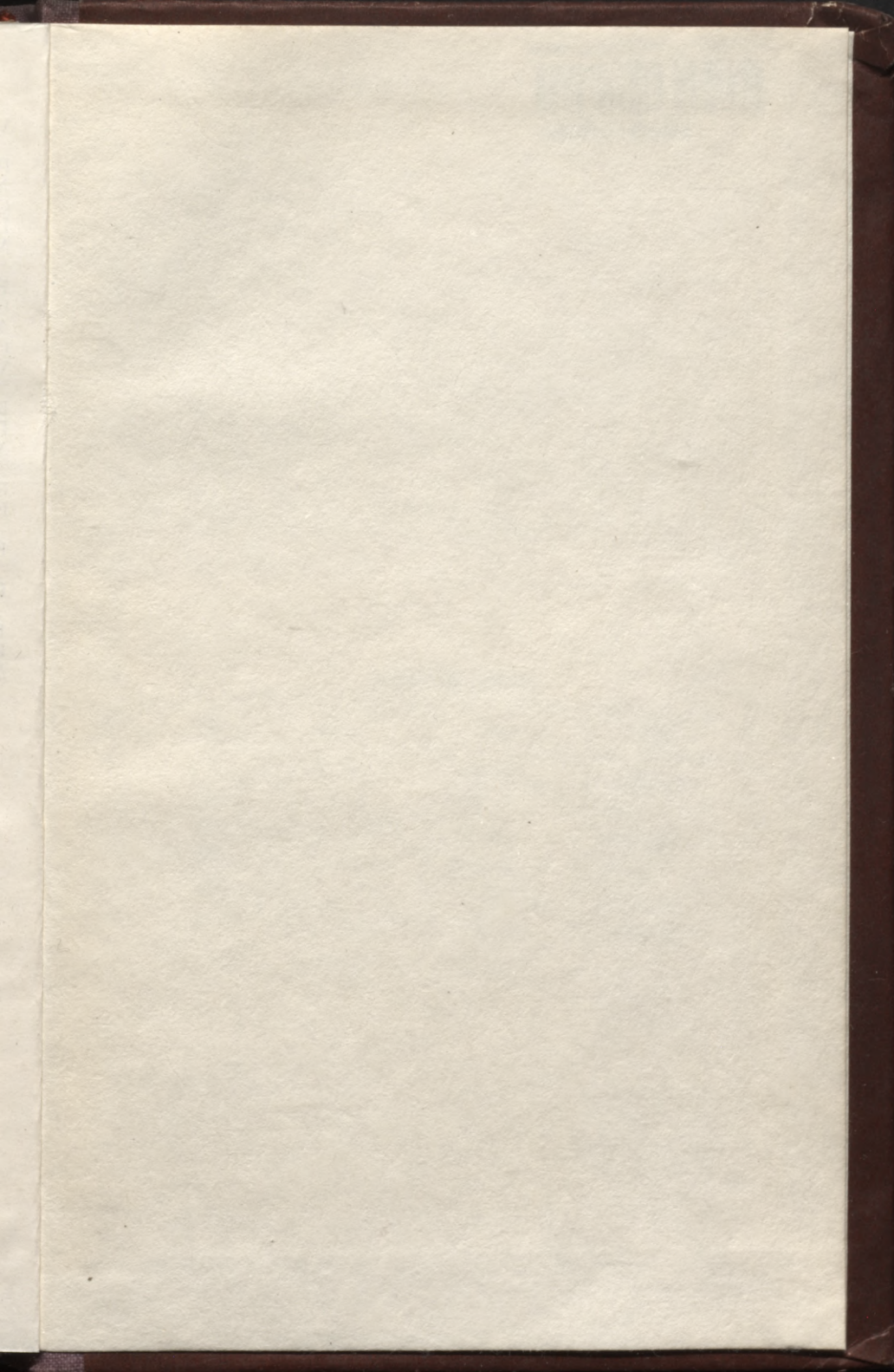
Viegli kūstošo sakausējumu metāls. 83. Bismuts — <i>Bismuthum</i> (Bi)	291
Polijai par godu. 84. Polonijs — <i>Polonium</i> (Po)	293
Nestabilais. 85. Astats — <i>Astatine</i> (At)	295
Gāze — smagsvars. 86. Radons — <i>Radon</i> (Rn)	297
Ismūža elements. 87. Francijs — <i>Francium</i> (Fr)	299
Marijas un Pjera Kirī ģeniālais atklājums. 88. Rādijs — <i>Radium</i> (Ra)	302
Elements bez perspektīvas. 89. Aktīnijs — <i>Actinium</i> (Ac)	308
Elements, kas pārdzīvo otro jaunību. 90. Torijs — <i>Thorium</i> (Th)	310
Aktīnija «sencis». 91. Protaktīnijs — <i>Protactinium</i> (Pa)	312
Cerību un satraukuma iemiesojums. 92. Urāns — <i>Uranium</i> (U)	313
Vēl viens ekskursss astronomijas vēsturē. 93. Neptūnijs — <i>Neptunium</i> (Np)	319
Kodoldegviela. 94. Plutonijs — <i>Plutonium</i> (Pu)	322
Par godu jaunajai pasaulei. 95. Amerīcijs — <i>Americium</i> (Am)	324
Marijas un Pjera Kirī varoņdarba piemiņai. 96. Kirijs — <i>Curium</i> (Cm)	326
Par godu aktinīdu dzimtenei. 97. Berkēlijs — <i>Berkelium</i> (Bk)	327
Par godu universitātei un štatam. 98. Kalifornijs — <i>Californium</i> (Cf)	328
Kodoltermiskās eksplozijas lolojums. 99. Einšteinijs — <i>Einsteinium</i> (Es). 100. Fermijs — <i>Fermium</i> (Fm)	329
Par godu krievu ģenijam. 101. Mendelēvijs — <i>Mendelevium</i> (Md)	331
Izkliedēto šaubu elements. 102. elements	332
Uz nezināmā robežas. 103. Lourensijs?	335
Meklējumi turpinās	335

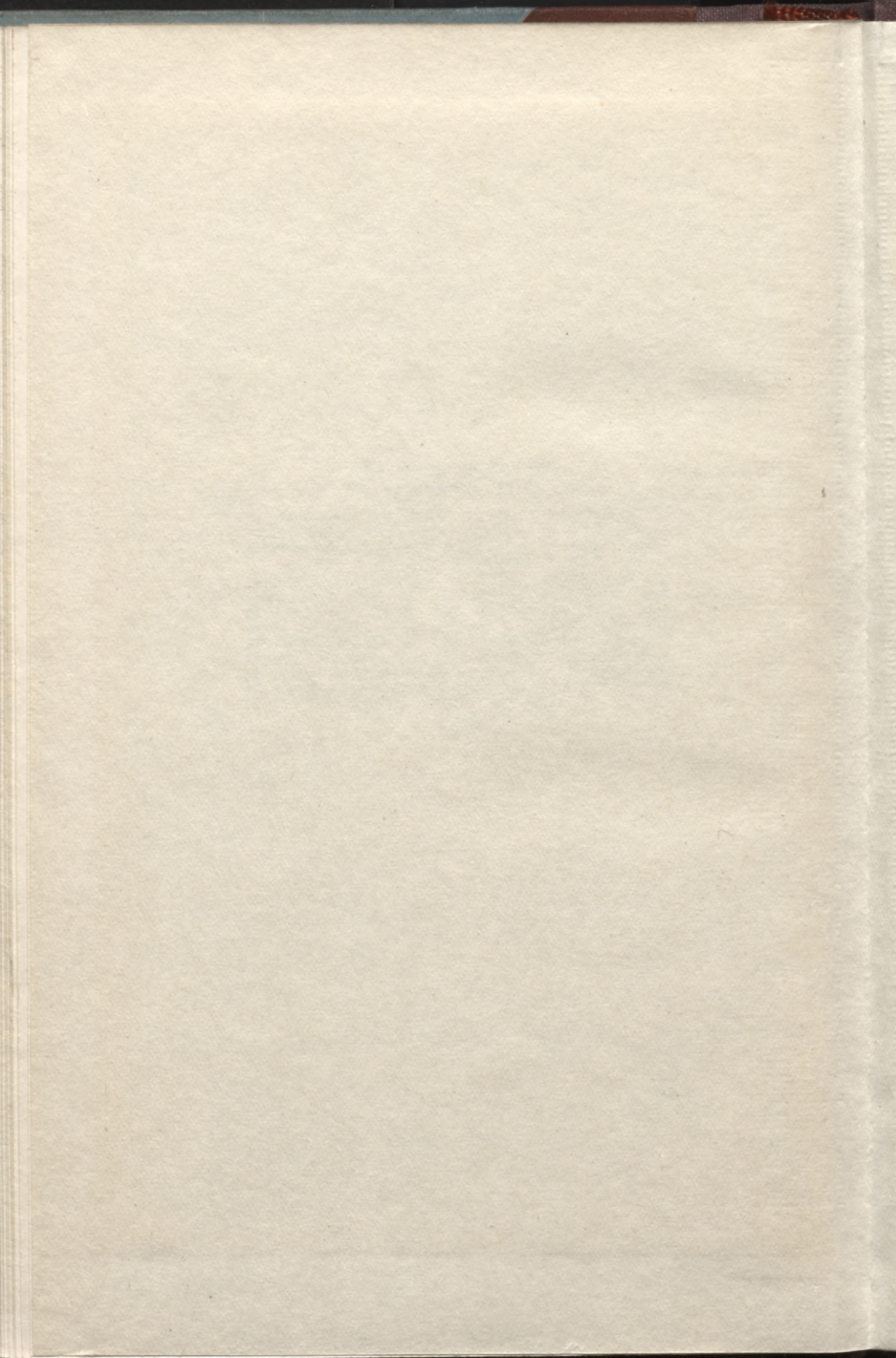
P. Taube, J. Rudenko

NO UDEŅRAZA LIDZ...?

Tulkojuši V. Sviķe un G. Blankenfelds.
Vāku zīmēja I. Jansons. Redaktore A. Feldhūne.
Mākslinieciskā redaktore Šk. Elere. Tehn. redak-
tore Z. Pilādze. Korektore A. Āva.

Nodota salikšanai 1966. g. 26. decembrī. Parakstīta
iespiešanai 1968. g. 4. aprīlī. Papīra formāts
84×108/32. Tip. pap. Nr. 1. 10,63 iespiedl.; 17,85
uzsk. iespiedl.; 20,49 izdevn. l. Metiens 5000 eks.
JT 18037. Maksā 81 kap. Izdevniecība «Zinātne»
Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR
Ministru Padomes Preses komitejas Poligrāfiskās
rūpniecības pārvaldes 6. tipogrāfijā Rīgā, Gorkija
ielā 6. Pasūt. Nr. 1955.





Pamanītās kļūdas

Lpp.	Rinda	Iespiests	Jābūt
33.	22. no augšas	vajadzīgs	vajadzīgas
102.	7. „ „	blīvu	brīvu
213.	16. no apakšas	elektronu	elektronu
223.	9. no augšas	lantāna	lantānu
327.	19. „ „	rerezultātā	rezultātā
335.	5. no apakšas	iespējams	iespējama

P. Gaube, J. Rudenko. No ūdeņraža . . . līdz?

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

81 kap.