

2

254922

**VĚDA
MLÁDEŽI**

8

ZEMĚ LABORATOŘ

POUTAVÁ GEOCHEMIE

A. E. Fersman

MLADÁ FRONTA

O B S A H :

ATOM	Str.
Co je to geochemie?	9
Svět neviditelného. Atom a prvek	15
Atomy kolem nás	21
Vznik a úloha atomu v budování světa	26
Jak objevil Mendělejev svůj zákon.	33
Mendělejevův periodický systém prvků v naší době	37
Mendělejevova tabulka v geochemii	46
Atom se rozpadá. Uran a radium	50
Atom a čas	61

PRVKY V PŘÍRODĚ

Křemík — základ zemské kůry	67
Uhlík — základ všeho živého	77
Fosfor — prvek života a myšlenky	87
Síra — hybná síla chemického průmyslu	93
Vápník — symbol pevnosti	98
Draslík — základ života rostlin	105
Železo a věk železa	114
Stroncium — kov rudých ohňostrojů.	120
Cín, kov konzervových krabic.	128
Jod — všudybyl	131
Fluor — vše rozžírající.	137
Hliník — kov XX. století	145
Beryllium — kov budoucnosti	150
Vanad — základ automobilu	153
Zlato — král kovů.	158
Vzácné rozptýlené prvky	166

DĚJINY ATOMU V PŘÍRODĚ

Z kosmu na Zemi	173
Atomy v hlubinách Země.	181
Dějiny atomů v historii Země	190
Atomy ve vzdušném živlu	202

Atomy ve vodě	207
Atomy na povrchu Země od Arktidy do subtropů	212
Atomy v živé buňce	219
Atomy v historii lidstva	223
Atomy ve válce	236

MINULOST A BUDOUCNOST GEOCHEMIE

Z historie geochemických idejí.	244
Jak se dávala jména prvkům a nerostům	251
Chemie a geochemie dnes	256
Fantastické putování po Mendělejevově tabulce.	262
Chemie a technika budoucnosti	271
Konce knihy	277
Stručný přehled prvků	279
Objasnění některých slov, použitých v knize	299

Atom

CO JE TO GEOCHEMIE?

Často se mě lidé ptali, co je to geochemie a je-li nám jí třeba. Často jsem se musel přít se starým pokolením vědců o naši novou a mladou vědu. Samotné slovo „geochemie“ není všem tak docela srozumitelné.

Víme, co je to geologie, která učí o tom, co je Země, zemská kůra, jaká je její historie, jak se Země mění, jak se tvoří hory, řeky, moře, jak vznikají sopky a láva, a jak na dně oceánu pomalu rostou nánosy jílu a písků.

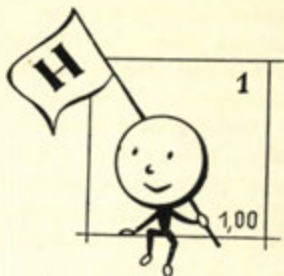
Víme, co je mineralogie, která nás učí o jednotlivých nerostech.

V knize „Zajímavá mineralogie“ jsem napsal: „Nerost je chemická sloučenina prvků, která se vytvořila přírodními pochody bez přispění člověka. Je to jakási stavba, vybudovaná z určitých cihel v různých množstvích; ne nespořádaná hromada cihel, ale skutečná stavba podle určitých přírodních zákonů. Je snadno pochopitelné, že z týchž cihel, i když jich vezmeme stejná množství, můžeme postavit různé budovy. Tak týž nerost se může v přírodě vyskytovat v různých podobách, třebaže ve skutečnosti je stále stejnou chemickou sloučeninou.

Rozeznáváme 92 druhů těchto cihel, z kterých je vystavěna celá příroda kolem nás. Veliký ruský vědec, v celém světě známý chemik D. I. Mendělejev první roztřídil tyto cihly — chemické prvky — v přehlednou tabulku, kterou jmenujeme Mendělejevova tabulka.

K 92 prvkům patří na př. plyny — kyslík, dusík, vodík;

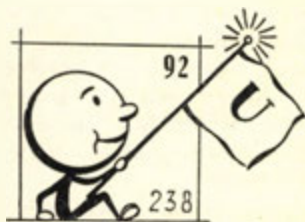
kovy — sodík, hořčík, železo, rtuť, zlato; nebo takové látky jako je křemík, chlor, brom a jiné. Různé sloučeniny prvků v různých množstvích poměrech nám dávají to, co nazýváme nerost. Na příklad chlor a sodík nám dávají kuchyňskou sůl, kyslík a křemík dávají křemen atd. Z 92 druhů oněch cihel je na naší Zemi vystaveno tři tisíce různých staveb — nerostů (křemen, sůl, živec a j.), a tyto stavby, hromadně nakupené, dávají horniny (na př. žula, vápenec, čedič, písek atd.).



Věda, která nás učí o nerostech, se jmenuje mineralogie; ta, která popisuje horniny, se jmenuje petrografie; a ta, která učí o stavebních jednotkách — prvcích a jejich působení v přírodě, se jmenuje geochemie.“

Geochemie nás poučuje o tom, co dělají jednotlivé prvky v zemi, jak cestují, slučují se jeden s druhým, tvoří tuhé nerosty, jak se znovu rozpouštějí a dávají do pohybu. Je tu, aby nás učila o vlastnostech všech chemických prvků Mendělejevovy tabulky. V každém jejím okénku je zpravidla umístěn jeden chemický prvek — atom, a okénka mají pořadové číslo — atomové číslo.

Číslo jedna má nejlehčí prvek, vodík, a nejtěžší prvek, uran, má číslo 92 a je 238krát těžší než vodík.



Rozměry atomů jsou neobyčejně malé; představíme-li si je jako kuličky, je průměr atomu 1/10,000.000 milimetru. Ale atomy nejsou docela podobné kuličkám — jsou složitějším systémem, který je tvořen jádrem atomu, kolem něhož se pohybuje určitý

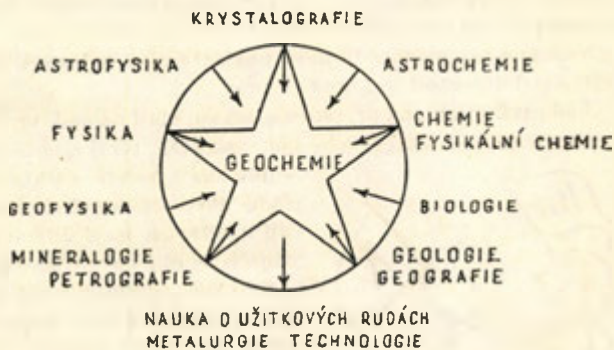
počet částecek elektriny — elektronů, různý u rozličných druhů atomů. Atomy tak připomínají svým složením v krajně malých rozměrech sluneční systém s centrálním sluncem — jádrem a planetami — elektrony, které se pohybují kolem něho.

U různých druhů atomů — chemických prvků — je počet elektronů různý. Proto se liší v chemických vlastnostech. Atomy se slučují a tvoří molekuly, odevzdávající si navzájem elektrony. V přírodě se molekulové sloučeniny nazývají nerosty — na př. vápenec, kaolin, magnetit.

Co je to *chemie*?

Je to nauka o látkách a jejich přeměnách. Podrobněji to můžeme vyjádřit takto: Chemie je věda, učící nás o stavbě, vlastnostech a slučování látek, jejich rozšíření, těžbě a umělém vytváření. Chemie neústrojná nás poučuje hlavně o vlastnostech prvků a sloučenin a o zákonech, které ukazují vzájemné vztahy jejich vlastností.

Znameníť francouzský chemik Berthelot (1827—1907) řekl: „Chemie je nauka o analyse a synthese. Dosahuje více tvůrčích výsledků než ostatní vědy, protože proniká hluboko do přírody a dostává se až k vlastním kořenům živé hmoty.“



Geochemie mezi příbuznými vědami

Geochemie v tomto smyslu je věda, učící o chemických prvcích v jednotlivých částech zemské kůry, o jejich seskupení, přemísťování, rozptýlení, slučování, i o zákonitých vztazích mezi jejich stavbou, složením a vlastnostmi.

Geologové, petrografové a mineralogové stojí před otázkou, jak vzniká proces; geochemici k této otázce dodávají ještě *proč*.

Co je vlastně tato mladá věda, která má v posledních letech tolik zájemců? Jak ukazuje už její název — geochemie — učí o chemických procesech v zemi samé. Chemické prvky se přemísťují jako samostatné přírodní jednotky, putují, slučují se — zkrátka, jak říkáme, migrují v zemské kůře. Zákony slučování prvků a minerálů při rozličných tlacích a teplotách v různých částech zemské kůry — to jsou právě problémy, o kterých pracuje dnešní geochemie.

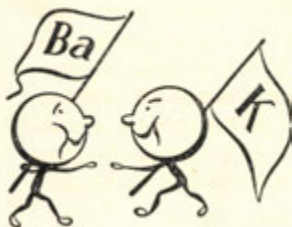
Některé prvky (na př. skandium a hafnium) nemají schopnost tvořit sloučeniny a někdy jsou tak rozptýleny, že se v hornině najdou jen ve stomiliontině procenta. Takové prvky nazýváme krajně rozptýlenými a dobýváme je jen v tom případě, mají-li nějakou cenu pro praktické použití. Myslím ostatně, že v každém krychlovém metru jakékoli horniny můžeme najít všechny prvky Mendělejevovy tabulky, ovšem provedeme-li analýsu s dostatečnou přesností.

Nesmíme zapomínat, že nové metody mají v historii vědy ještě větší důležitost než nové theorie.

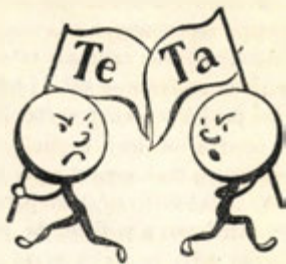
Jiné prvky (jako na př. olovo a železo) mají naopak ve svém nepřetržitém putování jakoby řadu zastávek, tvoří takové slou-

čeniny, ve kterých se lehko hromadí, dlouho uchrání a uchovávají si nezávisle na složitých přeměnách zemské kůry v geologické historii své seskupení, tvoří značné koncentrace a dají se vhodně využít v průmyslu.

Geochemie učí o zákonitosti



rozvrstvení a putování prvků nejen v zemské kůře jako celku, nýbrž i v určitých geologických podmínkách v jednotlivých oblastech, jako na Kavkaze nebo Uralu, a naznačuje cesty pro hledání určitých rud. Tak se hluboké theoretické hledisko dnešní geochemie stále blíží k problémům praxe. Geochemie se snaží ukázat na základě řady všeobecných předpokladů, kde se můžeme setkat s kterýmkoli chemickým prvkem, kde a za jakých podmínek můžeme očekávat nahromadění na př. vanadu nebo wolframu, jaké kovy můžeme nejspíše nalézt pohromadě — jako na př. baryum a draslík, a které se „vyhýbají“ jeden druhému, jako tellur a tantal.



Geochemie nás učí o chování každého prvku; k tomu musí dobře znát vlastnosti prvku, jeho svéráznost, sklon vystupovat zároveň s druhými prvky nebo naopak se jich stranit.

Geochemik se tak mění na rozvědky-stopaře, označuje ta místa zemské kůry, kde je možno nalézt na př. železné a manganové rudy, ukazuje, kde je možno v hadcích najít ložiska platiny a objasňuje, proč právě tam; vede geology k hledání arsenu a antimonu v mladých geologických horninách a horských hřebetech a prorokuje nezdar, budou-li hledat tyto kovy tam, kde nejsou podmínky pro jejich koncentraci.

Až poznáme vlastnosti prvku tak dobře, jako známe vlastnosti člověka v životě, umožní nám to nejen popsat jeho chování, ale i předpovědět, jak se bude chovat při různých příležitostech. V tom právě vězí ohromný praktický význam této nové vědy. Geochemie jde ruku v ruce s geologickými a chemickými naukami. Myšlenka geochemie — to je jakýsi chemický výklad přírody. Hlavní jednotkou studia geochemie je chemický prvek a jeho atom.

Nebudu vás mučit spoustou fakt, příkladů a výpočtů, a nepomyslím na to, abych vás naučil všem učenostem geochemie. Chci jenom, aby vás zajímala tato nová věda, která se zrodila celkem nedávno, abyste se sami přesvědčili z jednotlivých popisů putování prvků po celém světě, že je geochemie ještě mladá věda, že se před ní otvírají nejširší perspektivy budoucnosti — a že si musí svou budoucnost vybojovat.

Ve světě vědeckých idejí, tak jako všude v životě, vítězí pokrok ne najednou; a je jisté, že je nutno o něj bojovat, mobilisovat všechny síly, je třeba velké soustředěnosti a energie, velké víry v pravdu a důvěry ve vítězství.

Zvítězí ne odtazitá, neplodná, neaktivní myšlenka, ale myšlenka bojovná, hořící ohněm nových výzkumů, myšlenka těsně spjatá se samým životem a jeho úkoly.

Před geochemiky naší vlasti leží nesmírné pole výzkumů.

Potřebujeme ještě ohromné množství fakt, tak jako je, podle slov velkého ruského vědce Ivana Petroviče Pavlova, třeba vzduchu k tomu, aby nesl křídla ptáka.

Ale pták ani letadlo se neudrží ve vzduchu jen samotným vzdušným živlem, ale především vlastním pohybem vpřed a výše.

Takovým pohybem vpřed a výše se udržuje každá věda: udržuje se úpornou tvůrčí prací, udržuje se ohněm smělých výzkumů, současně spojených s chladným a střízlivým rozbořením dosažených výsledků.

Ještě nejsou ani zdaleka všechny prvky zužitkovány pro náš průmysl, ještě se musí mnoho a úporně pracovat, abychom opravdu položili geniální tabulku Mendělejevovu k nohám pracujícího lidstva.

Výzva mladým kádrům: vpřed, k poznání hlubin naší vlasti!

SVĚT NEVIDITELNÉHO

Atom a prvek

Podej mi, čtenáři, ruku. Povedu tě do světa malých veličin, jaké v každodenním životě nepozorujeme. Zde je laboratoř zmenšování a zvětšování. Zajdeme tam; už na nás čekají. Tenhle chlapík v pracovních šatech, ještě ne starý a takový obyčejný na pohled — to je znamenitý vynálezce. Jen si ho poslechněme:

„Vstupte do kabiny — je z materiálu, prostupného pro paprsky jakékoli délky vlny, včetně nejkratších kosmických paprsků. Obrátím páku vpravo a začneme se zmenšovat. Postup zmenšování, ostatně ne zvlášť příjemný, jde přesně podle vteřinové ručičky: za každé čtyři minuty se zmenšíme na tisícinu. Zastavíme se za čtyři minuty, vyjdeme z kabiny a uvidíme svět okolo tak, jak je viditelný jen nejlepšími drobnohledy. Potom se vrátíme do kabiny a zkusíme zmenšení ještě na tisícinu.“

A tak jsme pohnuli pákou...

Naše rozměry se zkrátily — zmenšili jsme se na velikost mravence... Slyšíme už jinak, protože naše sluchové ústrojí přestalo reagovat na vzdušné vlny... Jen jakési šelesty, zvonění, třesk a šum doléhá k našemu vědomí. Ale možnost vidění nám zůstala, protože v přírodě existují roentgenové paprsky o vlně dlouhé jednu tisícinu délky vln světelných paprsků. Vzhled předmětů se nečekaně změnil: většina těles zprůzračněla, a dokonce i kovy se zbarvily tak živě jako barevná skla... Zato sklo, smůla a jantar ztemněly a vypadají jako kovy.

Vidíme buňky rostlin naplněné tepající mízou a zrnky škrobu, a máme-li chuť, můžeme vsunout ruku do průduchu listu; v kapce krve plují krvinky velké jako kopejka, bakterie tuberkulózy vypadá jako ohnutý hřebík bez hlavičky...

Bakterie cholery jsou podobné malému bobu s mrštným ocáskem... Ale molekuly nevidíme, a jen neustálé chvění stěn a lehké

bodání vzduchu do tváře, jako by proti nám dul vítr s prachem, nám připomínají, že se blížíme ke hranici dělitelnosti hmoty.

Vrátili jsme se zase do kabiny a posunuli páku ještě o jeden dílek. Vše ztemnělo a kabina se zachvěla jako při zemětřesení.

Když jsme se vzpamatovali, chvěla se kabina dál a zdálo se, že kolem nás zuří bouře s krupobitím — neustále se na nás sypalo cosi jako hrách; vypadalo to tak, jako by nás ostřelovalo tisíce kulometů.

Náš průvodce najednou řekl:

„Ven jít nemůžeme. Zmenšili jsme se na miliontinu a naše rozměry se teď měří tisícinami milimetru; měříme celkem půldruhého mikronu. Naše vlasy teď mají tloušťku jedné stomiliontiny centimetru — taková velikost se jmenuje *ångström* a měří se jí molekuly a atomy. Průměr molekuly plynného vzduchu je na př. jeden *ångström*. Pohybují se velkou rychlostí a bombardují naši kabinu. Když jsme prve vyšli z kabiny, zjistili jsme, že nám vzduch bil do tváří jako pískem: to bylo způsobeno jednotlivými molekulami. Teď jsme se zmenšili a jejich pohyb je nám natolik nebezpečný jako člověku, na kterého se střílí pískem. Podívejte se oknem, uvidíte prášek v průměru jednoho mikronu — to je asi takový jako my sami. Jak tančí na všechny strany pod nepravidelnými nárazy vichru molekul! Nemůžeme si je bohužel prohlédnout, pohybují se příliš rychle... Ale je už na čase vrátit se: ultrakrátké vlny, v jejichž paprscích prohlížíme molekuly, škodí očím.“

S těmi slovy obrátil náš průvodce páku nazpět...

Cestovali jsme bohužel jenom v představách. Ale obraz, který jsme tu nastínili, je blízky skutečnosti.

Zkušenost nás učí, že ať zdokonalujeme metody analýsy jak chceme, nakonec přicházíme při rozboru složitých látek k řadě prostých částic, které nemohou být chemicky rozloženy na jednodušší. Tyto částice, které nelze dál dělit, prostá tělíska, ze kterých jsou vystavěny všechny věci, které nás obklopují, nazýváme prvky.

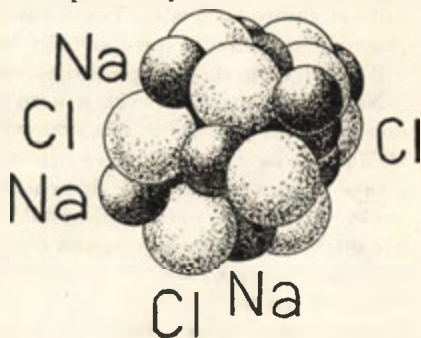
Zkoumáním věcí nás obklopujících, živých i mrtvých, tuhých, tekutých i plynných, došel skutečně člověk k jednomu z nejzávažnějších zevšeobecnění: k pochopení látky, hmoty. Jaké jsou vlastnosti této hmoty, jaká je její stavba? To je otázka, kterou si musí položit každý, kdo zkoumá přírodu.

První odpověď, kterou nám dává bezprostřední zkoumání, je viditelná neprostupnost hmoty. Ale tento dojem je šálbou našich smyslů. Podíváme-li se mikroskopem, odhalujeme často v hmotě pórovitost, výskyt malých dutinek, neviditelných prostým okem.

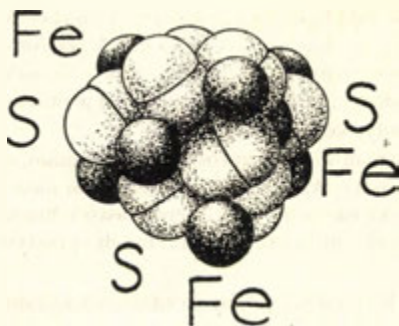
Ale i v takových látkách, v nichž, jak by se zdálo, už zásadně nemohou být žádné póry, jako u vody, lihu a jiných tekutin, musíme stejně jako v plynech přiznat výskyt mezer mezi částicemi hmoty, jinak bychom nemohli pochopit, proč se mohou některé látky tlakem stlačit a proč se zvětšují při zahřátí.

Každá látka je zrnitá. Nejmenší zrníčka hmoty dostala název atom nebo molekula. Podařilo se na př. změřit, že u tekuté vody zabírají molekuly jen asi třetinu nebo čtvrtinu objemu. Ostatní jsou póry. U pevné kamenné soli jsou atomy dvou látek — chloru a sodíku — promíšeny jako kuličky ve sklenici, při čemž atom chloru je se všech stran obklopen atomy sodíku, a atom sodíku je zase ve shluku atomů chloru.

Všechna tělesa, která nás obklopují, jsou stavěna — ať už jsou jednoduchá nebo složitá — z velkého počtu jednotlivých částíček, atomů, prostým okem neviditelných, tak jako je veliká krásná budova vystavěna z jednotlivých nevelkých cihel.



Model struktury kamenné soli NaCl



Model struktury pyritu FeS_2

sám o sobě složen ze shluku drobných atomů, které nelze dál dělit, aniž ztratí své osobité vlastnosti, příslušné dané látce.

Atomy téhož prvku mají stejnou stavbu a mají charakteristickou hmotu neboli atomovou váhu.

Po dlouhém bádání poznali vědci, že na zemi existuje 92 různých prvků, a do dnešního dne se podařilo je všechny najít a izolovat z přírodních látek. Tak dokázáno mnohými nesnadnými pracemi, co geniálně předpověděli Mendělejev a Moseley.

Z těchto 92 prvků jsou postaveny všechny věci v přírodě.

Nejtěžší ze známých prvků je uran a má číslo 92. V poslední době byly při studiu rozpadu uranových prvků nalezeny ještě těžší prvky za uranem, č. 93 — neptunium, č. 94 — plutonium, a také č. 95 a 96. Není nic divného, že mohou být ještě těžší prvky. Ale všechny jsou velmi nestálé, setkáváme se s nimi při bádání o složení přírodnin na naší zemi jen velmi zřídka, a proto můžeme klidně počítat s tím, že jsou všechny věci na zemi vystavěny z 92 prvků.

Atomy téhož nebo i rozličných druhů se mohou spojovat po dvou i více a vytvořit molekuly různých látek. Atomy a mo-

Myšlenka o tom se zrodila už v daleké minulosti a s pojmem „atomu“ (t. j. řecky: nedělitelný) se setkáváme už u řeckých filosofů materialistů Leukippa a Demokrita 600—400 let před naším letopočtem. Podle dnešních představ, k nimž byl položen základ už v devatenáctém století, je prvek

lekuly se navzájem kombinují a budují všechny rozmanité věci přírody.

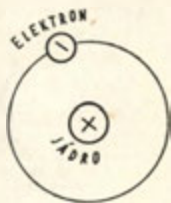
Počet atomů a molekul je jistě ohromný. Vezmeme-li na př. 18 g vody — t. zv. grammolekulu — je v tomto množství $6,06 \cdot 10^{23}$ molekul vody. Je to kolosální číslo, mnohotisíckrát větší než počet zrn žita nebo pšenice, která se urodila na zemském povrchu za všechnu dobu existence rostlinstva.

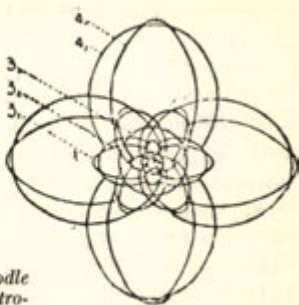
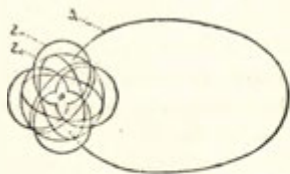
Abychom si představili rozměry molekul, srovnáme si je s nejmenším z živých organismů, s bakterií, která je viditelná jen pod mikroskopem s tisícinásobným zvětšením. Velikost nejmenších bakterií je asi dvě desetitisíciny milimetru. Je tisíckrát větší než rozměr molekuly vody; to znamená, že i v nejmenší bakterii jsou více než dvě miliardy atomů, to je víc, nežli kolik žije lidí na zemi.

Řetízek z molekul vody, co jich je ve třech vodních kapkách, dal by se téměř šestkrát natáhnout od Země ke Slunci a zpět a byl by dlouhý 9 400 000 000 kilometrů!

Zprvu si představovali atomy jako nejmenší a dál už nedělitelné částčky, ale při bližším bádání, zdokonalenými a přesnějšími methodami se zjistilo, že i atom je složitým celkem. Podstata atomu se ukázala po prvé jasně tehdy, když se lidé seznámili s jevy radioaktivity a pustili se do jejich studia. V centru každého atomu je hmotné jádro, jehož průměr je více než desettisíckrát menší než celý atom. V jádru atomu je soustředěna jeho hmota. Jádro je nabit kladným nábojem, jehož velikost vzrůstá od lehkých prvků k těžším. Kolem kladně nabitého jádra obíhají elektrony, jejichž počet se rovná počtu kladných nábojů jádra, takže je atom elektricky neutrální.

Jádra atomů všech prvků jsou složena ze dvou nejprostších částic: protonu, neboli jádra atomu vodíku, a neutronu, částice o hmotě, která se skoro přesně rovná hmotě protonu, jenže bez jakéhokoliv elektrického náboje. Protony a neutrony jsou v jádrech atomů





Struktura atomů sodíku a kryptonu podle Bohra. Elipsy označují dráhy oběhů elektronů, jádra atomů jsou uprostřed

spojeny tak pevně jeden s druhým, že jádra zůstávají zcela stálá při všech chemických reakcích i fyzikálních proměnách.

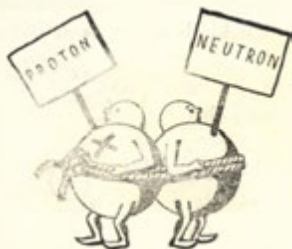
Nejstabilnější je kombinace dvou protonů a dvou neutronů, tvořící jádro atomu helia. Jádro atomu helia je tak stabilní, že se udržuje jako celek i v atomech těžkých prvků a vylétá při rozpadu jejich jader jako alfa-částice.

Chemické vlastnosti prvků závisí na stavbě a vlastnostech vnějšího elektronového obalu, na jeho schopnosti odevzdávat nebo si přivlastňovat elektrony.

Stavba atomového jádra se v jeho chemických vlastnostech téměř neprojevuje. Proto jsou atomy o stejném počtu vnějších elektronů, i když je stavba jejich jader a atomová váha rozma-

nitá, chemicky velmi příbuzné a tvoří sourodé skupiny prvků jako chlor, brom, jod a pod.

Na obrázcích jsou modely atomů sodíku a vzácného plynu kryptonu, na kterých je vidět, jak jsou dráhy, orbity elektronů, stále složitější při vzrůstu atomové váhy.



ATOMY KOLEM NÁS

Nádherný pohled skýtá horské jezero — modrá hladina vody, chmurné vápencové skály, tmavozelené skvrny osamělých stromů a nad vším jasné jižní slunce —, hlučící kovodělný závod zahalený v dým, páru a plápolající ohně — zázrak sovětské techniky, chloubka celého pokolení stavitelů. Jako dlouzí hadi se k němu plazí vlaky s rudou, uhlím, tavidlem, cihlami — a vracejí se se stovkami tun kolejnic a odlitků do nových středisek průmyslu a hospodářství.

Pohlédněte na skvělý automobil „ZIS-110“, jehož kryt se blyští tmavozeleným lakem; má motor o 140 HP, tiše zní píseň radio-přijímače. Tento výborný stroj byl sestaven na běžícím pásu ze 3.000 součástí. Statisíce kilometrů jsou mu hračkou.

Podívejte se pozorně na ty dva obrázky a řekněte upřímně, co si myslíte při pohledu na ně, co vás na nich zajímá a na co byste se rádi zeptali. Uhlí jsem vaše myšlenky a otázky. Vždyť žijete ve století průmyslu a techniky — jste myšlenkami jistě tam, kde stroj vytváří sílu a síla vytváří stroj. Ale já vám chci vypravovat o něčem jiném — abyste se dívali docela jinýma očima na naše obrázky. Poslouvejte:

Kolik pozoruhodných geologických problémů se skrývá v tomto jezeře — řekne geolog. Jak vznikla ta ohromná hluboká prohlubina, co uzavřelo ony modravé vody věncem chmurných skal tadžických pohoří? Vždyť od vrcholků hor na jezerní dno je 2.000 — 3.000 m; jaké mohutné síly to dokázaly, vyzvednout a na druhé straně zase srazit do hloubky ony vrstvy hornin? Z jakých úžasných vápenců jsou vytvořeny tyto skály a hory — řekne mineralog. Kolik mu-





Horské jezero v Tadžikistanu

selo uplynout desítek, ba stovek tisíciletí, aby se naskládala na dně oceánu tak mohutná usazenina jílu, mušlí, skořápek, krunýřů, aby ztvrdla v pevnou vápencovou horninu, téměř v mramor! Vezměte si obyčejnou mineralogickou lupu s desetinásobným zvětšením. Stěží rozeznáte jednotlivé vápencové krystalky, ze kterých je hornina složena.

Ale jak sněžně bílý a čistý je ten vápenec! — přeruší jej chemik-technolog. Vždyť je to velkolepá surovina pro cementářský průmysl a pro pálení vápna — je to téměř čistý uhličitán vápenatý, sloučenina atomů vápníku, kyslíku a kyslíčnicku uhličitého. Podívejte se, rozpustím ho ve slabé kyselině. Vápenec se rozloží a kysličník uhličitý uniká se sykotem do vzduchu.

Mohou se udělat i přesnější pokusy — řekne geochemik. Spektroskopem dokážeme, že jsou ve vápenci i jiné atomy: stroncia, barya, hliníku a křemíku. A kdybychom udělali velmi přesný rozbor a pokusili se určit i takové prvky, kterých je v něm méně než jedna miliontina procenta, objevili bychom v něm i zinek a olovo. Ale nemyslete, že je to vlastnost jen na-

šeho vápence. Vždyť i v nejčistším kararském mramoru napočítali chemici 35 různých druhů atomů. Dnes už se dokonce přichyľujeme k názoru, že v každém m³ kamene — žuly nebo čediče, vápence nebo i hlíny je možno najít všechny prvky Mendělejevovy tabulky, jenže některých bude trilionkrát méně než vápníku či uhlíku.

Tak nás zaujme svým vypravováním geolog, mineralog, chemik a geochemik, že místo prostého surového vápence vystanou nám před očima skály jakéhosi tajemného kamene, a chce se nám hlouběji proniknout v jeho podstatu, odhalit novými, pronikavějšími zraky tajemství jeho bytí a původu.

A teď se obrátíme k továrně. Z jakých podivuhodných, neobyčejných budov je postavena! Gigantické věže — pece, naplněné rudou, uhlím a kamenem, kam je vedeno ohromné potrubí se stlačeným a ohřátým vzduchem. Proč? Proč se tam uvnitř taví kov, spaluje uhlí, proč se u východu jiskří mračna rozžhavených plynů? Podíváte se, až vám povím, že je to laboratoř atomů: v rudě jsou atomy železa velmi pevně svázány s většími koulemi — atomy kyslíku. Ty stojí v cestě atomům železa, které by se jinak sblížily a daly nám kujnou hmotu — železo. Ale železná ruda nemá ještě vlastnosti železa, i když je v ní železa na 70%. Musí se z ní odstranit kyslík, a to není tak lehké.

Vzpomeňte si na pohádku, jak sestřička Alenuška dostala za úkol vybrat z hromady obilí všechna zrnka písku, a jak si k této práci přizvala své přátele mravence, kteří úkol provedli. Ale to byla písečná zrnka, milionkrát větší než atomy kyslíku! „Těžká práce — možná, že ji ani není možno provést“ — řeknete. Ano, mnoho práce a lidské energie bylo zapotřebí k rozřešení tohoto hlavolamu, ale už je rozřešen!

Lidský genius si nepozval na



pomoc mravence, ale atomy druhých látek a ve spojení se živly, ohněm a vzduchem donutil atomy oddělit kyslík od železa a vynést jej s horkým vzduchem na povrch taveniny v peci. Které jsou ty přátelské atomy, vítězící nad kyslíkem? Jsou dva: křemík a uhlík. Oba vážou kyslík velmi pevně, pevněji než železo, a vytvářejí s ním pevné sloučeniny. Pomáhají si navzájem. Uhlík odnímá při hoření kyslík a vyvíjí vysokou teplotu; ale sám o sobě by nic nedokázal, protože železná ruda je nesnadno tavitelná, tuhá, nepohyblivá, a atomy uhlíku by nemohly proniknout do pevně semknutých částíček rudy.

Tu přichází na pomoc křemík: malý ale sporný, dává lehce tavitelnou strusku, rozpouští rudu, odnímá jí kyslík a odevzdává jej uhlíku. Část uhlíku se roztaví v železe a dodává mu pohyblivost a lehkou tavitelnost. Pak přicházejí na pomoc živly: oheň ještě zvýší pohyblivost, všechno lehké vyplývá s plyny na povrch a všechno těžké klesá dolů — a hle, jsme svědky zázraku: atomy se oddělují, železo se s rozpuštěným uhlíkem usadí na dně pece a lehké strusky, unášející všechny ostatní kyslík z rudy, vyplavou na povrch roztaveného kovu a můžeme je hodit tam, kam nám mistr ukáže. Jakých vědomostí je k tomu potřeba! Jak podrobně jsme museli poznat všechny návyky a rozmary každého atomu, aby se nám podařilo roztřídit je v tak kolosálním měřítku přesně tak, jak potřebujeme.

A teď se podíváme na druhý snímek, sovětský automobil ZIS-110. Je také stvořen z atomů, seskupených pro jediný účel: dát neúnavný, silný, nehučný a rychlý stroj.

Tři tisíce součástí z 65 druhů atomů a nejméně 100 druhů kovu — to je ZIS-110. Je v něm mnoho železa, ale železa, jehož vlastnosti jsou změněny na sta způsobů. Hle, železo se 4% uhlíku — litina, z které je odlito tělo motoru. Tu zase ponechali v něm méně uhlíku — a vytvořila se tvrdá a pružná ocel. Přidali trochu příbuzných atomů manganu, zinku, kobaltu, molybdenu

— a dostali ocel pružnou, únosnou, vzdorující úderům. Přidali vanadu — ocel získala pružnost biče a tvoří trvanlivou pružinu.

Na druhém místě ve stroji je dnes hliník, ačkoliv dříve to byla měď; písty i kliky, půvabný trup, kryty i obruče, vše, co může být lehké, je z aluminia nebo jeho slitiny s mědí, křemíkem, zinkem a hořčíkem. Ve svíčkách je nejlepší porcelán, jsou tu laky, které nedbají ani deště ani chladu, sukna, měděné dráty, olovo, síra — v akumulátorech... Cožpak nakonec nezbude ani jediný prvek, který by nejezdil v automobilu?... V slitinách jednoho s druhým vytvářejí více než 250 různých látek a materiálů, které jsou přímo nebo nepřímo zužitkovány automobilovým průmyslem. Je nutno zdůraznit, že tu člověk postupuje proti přírodním procesům, láme je, nutí je podřídít se jeho vůli. Je opravdu přirozené, aby byl hliník volný? Ne a ne! Kdyby nebylo lidského genia, nikdy by se to na zemi nestalo — i kdyby země existovala ještě miliardy let!

Člověk chápe a poznává vlastnosti atomů, zužitkuje tyto poznatky k přemísťování prvků tak, jak sám potřebuje. V zemi jsou rozšířeny nejvíce lehké prvky; pět z nich: kyslík, křemík, hliník, železo a vápník tvoří 91 % zemské kůry. Přidáme-li k nim ještě sedm dalších: sodík, draslík, hořčík, vodík, titan, chlor a fosfor, pak těchto 12 prvků tvoří 99,51 % zemské kůry — na ostatních 80 prvků zbývá sotva 0,5 % podle váhy.

Člověka ovšem takovéto rozdělení neodradí. Hledá úporně prvky, které se vyskytují jen vzácně, dobývá je ze země někdy s neuvěřitelnými obtížemi, studuje jejich vlastnosti a zužitkuje je tam, kde je jich třeba a kde je to účelné. Proto je na automobilu nikl, jehož je v zemi dvě setiny procenta, kobalt, kterého je jen tisícina procenta, molybden, kterého je ještě méně, a platina, jíž je v zemi dvanáct miliardin procenta.

Atomy jsou všude — a člověk jimi hospodáří. Bere je do rukou jako jejich vládce, mísí, odhazuje nepotřebné a slučuje tam, kde je potřebí, i když by se bez jeho přičinění nikdy v přírodě v takovém spojení nevyskytly. Zpívá-li horské jezero Tadžikistanu

píseň o mohutných silách a živlech, které vyzdvihují skály do výše a tvoří propasti — pak je i velký závod a automobil němou písni o mohutnosti lidského genia, lidské práce a vědy.

VZNIK A ÚLOHA ATOMU V BUDOVÁNÍ SVĚTA

Vzpomínám na jeden večer, tichý, překrásný večer na Krymu. Celá příroda jako by usnula a nic nečeřilo hladinu pokojného moře. Ani hvězdy se nezachvěly na černém jižním nebi — zářily jasnými paprsky. Všechnen život kolem umlkl, zdálo se, že se celý svět zastavil a zatajil dech v nekonečném tichu jižní noci.

Ale jak daleko je tento obrázek od skutečnosti a jak klamná je tišina a klid v přírodě, která nás obklopuje!

Stačí přistoupit k radiovému přijimači a otočit knoflíkem, abychom poznali, že celý svět je proniknut myriadami chvějících se elektromagnetických vln. Bouřlivé vlny o délce několika metrů nebo i tisíců kilometrů stoupají do výše ozonových vrstev a vracejí se zpět na zem. Probíhající jedna vedle druhé naplňují celý svět chvěním, které není uchem postřehnutelné. A hvězdy, které se zdají tak pevné na obloze, letí světovým prostorem rychlostí, ze které se nám zatočí hlava — sta i tisíce kilometrů za vteřinu. Jedna z oněch hvězd-sluncí směřuje v jednu stranu mléčné dráhy a vleče za sebou celé proudy těles, prostému oku neviditelných, jiné se točí ještě rychlejším tempem a tvoří grandiosní mlhoviny, třetí mizí z našich sfér do neznámých oblastí Vesmíru.

Rychlostí tisíců kilometrů za vteřinu se vzdouvají páry rozžhavených látek ve hvězdné atmosféře a v několika minutách vyrůstají ohromné tisícikilometrové chuchvalce plynů, zářící v protuberancích sluneční korony.

Vše i rozžhavaná látka v nezměrných hlubinách dalekých hvězd. Desítky milionů stupňů určují rychlost pohybu atomů; jednotlivé částice se od sebe oddělují, štěpí se jádra atomů,

proudy elektronů se nesou do hořejších vrstev hvězdných atmosfér a mohutné elektromagnetické bouře, pronikající miliony a miliardami kilometrů, dosahují naší zemi a ruší klid její atmosféry.

Celý vesmír je prosycen vlněním, a krásně to řekl jeden z největších učenců starověku Lucretius Carus téměř sto let před začátkem našeho letopočtu:

*„...je zřejmé, že nemají prvky
v hlubokém prostoru prázdném ni klidu, ni oddechu nikdy,
nýbrž na všechny strany stálým pohybem hnány,
dilem daleko v prostor, když srazí se, odskočí zpátky,
část však, přijde-li úder, se stěsná v prostoru malém.“*

(T. Lucretius Carus: *O přírodě*. Přeložil J. Kolář).

I země kolem nás žije svým životem. Její povrch, zdánlivě tichý a nemluvný, je ve skutečnosti přímo nabit životními ději. Miliony drobných bakterií osidlují každý krychlový centimetr půdy. Drobnohled, který rozšiřuje meze poznání, objevuje nové světy ještě menších bytostí, virusů; je sporné, máme-li je pokládat za živé, nebo za podivuhodné molekuly neživé přírody. Věčně se přemísťují molekuly v tepelných proudech moře, a vědecký rozbor ukazuje, že molekuly a atomy vykonávají v mořské vodě složité pohyby rychlostí, měřitelnou na kilometry za minutu.

Věčně probíhá výměna atomů mezi vzduchem a zemí. Z hlubin zemské kůry unikají do vzduchu atomy helia, a rychlost jejich pohybů je tak velká, že překonávají zemskou tíži a ulétají do meziplanetárního prostoru.

Pohyblivé atomy kyslíku jsou zachycovány organismy, molekuly kyslíčníku uhličitého jsou štěpeny rostlinami a vydávají se tak na okružní cestu přírodou, a v hlubinách země vrou ještě žhoucí taveniny těžkých hornin, připravených k tomu, aby se vydraly na povrch.

Před námi leží pevný, klidný, čistý a průzračný krystal. Jako by atomy látky byly sestaveny v přesně určených uzlech jakési neměnné, trvalé mřížky. Ale to se nám jen zdá. Ve skutečnosti jsou stále v pohybu kol svého těžiště, stále si vyměňují elektrony, které jsou buď volné jako u atomů kovů, nebo vázané, a pak se pohybují opětovně po složitých okružních drahách — orbitách.

Vše kolem nás žije. Obraz tichého večera na Krymu je klamný, a čím více naše věda ovládá přírodu, tím jasněji se před ní otvírá obraz pohybů všeho, co nás na světě obklopuje.

A tak, když se vědě podařilo měřit pohyb za miliontinu vteřiny a když svýma roentgenovými „rukama“ měří miliontiny centimetru s takovou přesností, s jakou bychom to nedokázali svým metrem, když se naučila zvětšovat obrazy přírody 200—300-tisíckrát a zpřístupnila tak oku nejen nejmenší viry, nýbrž i jednotlivé molekuly látek — už není na světě klid, je jen chaos stálých pohybů, které hledají dočasnou rovnováhu.

Kdysi dávno, kdy ještě nerozkvetlo staré Řecko, žil na malosijských ostrovech znamenitý filosof Heraklit. Pronikl svým bystrým rozumem do hlubin vesmíru a řekl slova, která Gecen pokládá za nejgeniálnější slova v historii lidstva.

Heraklit řekl: „Panta rhei“ — vše proudí, a postavil svůj systém světa na axiomatu věčného pohybu. S touto myšlenkou prošlo lidstvo všechny epochy své historie. Na ní stavěl svou filosofii Lucretius Carus v překrásné básni o podstatě věcí a o dějinách světa. Budoval na ní s neobyčejnou prozíravostí svou filosofii fysiky geniální ruský vědec M. V. Lomonosov, když prohlásil, že každý bod v přírodě má tři pohyby: pohyb kupředu, krouživý a vlnivý. A dnes, kdy nové úspěchy vědy potvrdily tuto starou filosofickou představu, musíme se nově dívat na svět, který nás obklopuje, a na zákonitost věcí.

Zákony rozložení atomů jsou pro nás zákony nekonečně složitých pohybů různých rychlostí, různých směrů a různých měřítek, které určují všechnu rozmanitost obklopujícího nás světa

a jednotlivých atomů, které v něm víří. Začínáme chápat světový prostor kolem sebe novým způsobem.

Rozměry vesmíru, který nás obklopuje, jsou kolosální. Nedají se měřit kilometry, to je příliš malá míra. Vzdálenost mezi sluncem a zemí je sto padesát milionů kilometrů; světlo ji proletne za osm a jednu třetinu minuty; Zemi může oběhnout světlo sedm a půlkrát za jedinou vteřinu — ale i to všechno jsou příliš malé jednotky vzdáleností. Vědci přišli na zvláštní jednotku — „světelný rok“ — to je ta vzdálenost, kterou proletí světlo za rok. Nejlepší teleskopy mohou rozeznat hvězdy, jejichž světlo k nám doletí za miliony let... Vesmír je opravdu bez hranic, protože se jeho hranice určují pouze dokonalostí našich teleskopů...

Chomáč hvězdné hmoty tvoří v některých místech světového prostoru zhuštění — vzniká to, čemu říkáme viditelný svět. Takových světů je třeba 100 miliard. V každém z nich je také asi 100 miliard hvězd a v každé hvězdě 1 a 57 nul protonů a neutronů, těch malinkých částíček, ze kterých je vybudován vesmír, a stejný počet menších částíček — záporně elektricky nabitých elektronů.

V bouřlivém a dosud nepochopeném sdružování a zápasu těchto bodů hmoty a energie, jedinečných ve své mohutnosti, se rodí hvězda. Atomy se sdružují, jsouc hnány silou světové tíže a postrkovány vlastními meziatomovými silami, jejichž studium je ještě v začátcích. Vznikají mocná klubka o 1 a 57 nulách atomů, objeví se hvězda a z vodíku se rodí první chemické prvky.

Ale rozměry vesmíru jsou nekonečně velké v poměru k objemu vzniklých atomů. Víme, že velická část světového prostoru je vskutku téměř pustá, jenom 10 nebo 100 částíček atomů hmoty připadá na 1 krychlový metr; odpovídá to zředění

$$\frac{1}{10^{27}} \left(\text{t. j. } \frac{1}{1 \text{ s } 27 \text{ nulami}} \right)$$

normálního tlaku atmosféry na zemi.

Od tohoto zředění světového prostoru můžeme se dostat až do zcela nevidaného zhuštění, vyvolaného tlakem v nitru hvězd, kde miliardy atmosfér závodí s desítkami neb stovkami milionů stupňů — a tu je právě přírodní laboratoř, kde vznikají nové atomy.

V tuhých bílých hvězdách, jako je na př. skvělý společník Siria, je hmota tak hutná, že je tisíckrát těžší než zlato a platina. Je těžké si představit, jaká je to asi látka a jaké má vlastnosti.

Na jedné straně jsou nekonečné meziplanetární prostory protínané nerušeným letem volných atomů. Splétá se tu dialekticky mír vesmíru s prudkým pohybem, temperatura téměř absolutní nuly se proplétá s desítkami tisíc stupňů, vzbuzených letem volných atomů.

Na druhé straně jsou oblasti v nitru hvězd, kde se miliony stupňů spojují s tlakem milionů atmosfér, kde atomy, odolavše nárazům elektronů, jsou směštnány v jedinou hutnou masu látek, nevidaných na naší zemi.

Rodící se chemický prvek je prvním článkem bitvy proti chaosu. Z volných, nesouhlasně nabitých protonů a elektronů vzniká v klidnějších podmínkách a za nízkých teplot nová, ustálenější a vyváženější stavba. Ohromné tlaky v nitru rozzhavených hvězd hnětou tyto základní stavební jednotky světa v těžké atomy prvků snad ještě zcela neznámých a snad dokonce stojících za hranicemi Mendělejevovy tabulky. Zřejmě mohou existovat jen ve žhavém pekle slunečního nitra; na povrchu vyhledávají nové možnosti rovnováhy a jejich existenci řídí nové zákony.

Tak vznikají na různých místech postupně různé stavby, kterým říkáme chemické prvky. Některé z nich jsou daleko těžší, daleko nasycenější energií než druhé, jiné jsou lehké a skládají se jen z několika protonů a neutronů. Takové lehčí prvky jsou upoutány v proudech atmosféry na obvodě hvězd, nebo tvoří ohromné vesmírné mlhoviny. Jiné, méně pohyblivé, zůstávají na povrchu roztavených nebo žhavých těles.

Silná záření jedny stavby bourají a druhé budují, jedny prvky se rozpadají a jiné se rodí, dokud vybudované atomy nepadnou tam, kdež už není mohutných sil, které by mohly rozrušit jejich pevná jádra.

A tehdy počíná historie putování jednotlivých atomů ve světě. Naplňují mezihvězdné prostory, jako atomy vápníku a sodíku, které protínají celý vesmír svobodným letem, nebo — jsou-li těžší a usedlejší — hromadí se v jednotlivých částech mlhovin.

Teploty klesají, elektrická pole atomových klubíček se navzájem spojují a tvoří molekuly prostých chemických sloučenin: karbidy, uhlovodany, částice acetylénu, jakési tvary neznámé na naší zemi, které jsou podle chemiků prvním produktem sloučení atomů. Z nich, z těchto volných, jednoduchých molekul se postupně rodí stále složitější systémy.

Za nižších teplot, vně rozpadových polí a kosmických hlubin se nakonec rodí druhý článek světového pořádku — krystal. Krystal — to je neobyčejně krásná stavba, v níž jsou umístěny atomy podle vzájemných vztahů v určitém pořádku jako kostky v krabici. Zrod krystalu je další etapou cesty hmoty z chaosu. Spojí se 1 s 22 nulami jednotlivých atomů navzájem a vytvoří krychlový centimetr krystalické látky. Mizí vlastnosti atomů, objevují se nové vlastnosti, vlastnosti krystalu. Už tu nevládnou zákony oněch elektromagnetických klubek, ze kterých jsou složeny, ne ony dosud tajemné zákony jaderné energie, ale nové zákony látek, zákony chemie.

Nehodlám pokračovat, chtěl jsem jen ukázat, že svět, který nás obklopuje, je nám jen málo známý, že jeho klid je zdánlivý, že je pln pohybu a z vichru pohybu se rodí nová látka, taková, jak ji známe u nás na zemi, jak ji vidíme v tvrdém kameni v přírodě kolem nás.

Mnoho z toho, co jsem vám pověděl, bylo už dokázáno současnou vědou, ale ještě mnoho záhadného zůstalo v našich představách o tom, jak se rodí ze světového chaosu nejprve atom a pak krystal.

A přesto, jak geniálně byl vykreslen tento obrázek Lucretiem Carem, římským filosofem před 2000 lety! Připomínám jen několik veršů jeho básně:

*„...nebyla žádná věc, jež byla by podobná dnešním,
nýbrž byla jen nová a bouřlivá jakási hmota
prvků různého druhu. Jich nesvár a úporný zápas
vzniklý nestejným tvarem a jejich podobou různou
bouřil a mísil v zmatku i vzdálenost jejich i dráhy,
spojení, nárazy, tíhu a pohyby jejich a srážky,
poněvadž nemohlo vše v tom spojení zůstat, jak bylo,
ani se shodnout rázem a dáti se v tvořivý pohyb.
Potom začaly části se rozbíhat od sebe stranou,
stejně se k stejnému přimklo a svět se štěpiti začal,
začal členiti údy a rozkládat v základní živly...“*

(T. Lucretius Carus: *O přírodě*. Přel. Josef Kolář 1948.)

A tak v přírodě není pokoje, vše se mění, byť rozmanitou rychlostí. Mění se i kámen, symbol pevnosti, protože atomy, které jej tvoří, jsou ve věčném pohybu. Zdá se nám pevným a nehybným jen proto, že se sami měníme nezměrně rychleji.

Dlouhou dobu se věřilo, že jen atom je nedělitelný, neměnný a lhostejný k věčným proměnám. A přece ne — také atomy jsou poslušny času. Některé z nich — nazýváme je radioaktivní — se mění rychle, jiné jen zvolna... Ale teď už víme, že i atomy podléhají evoluci, vznikají ve hvězdných výhních, vyvíjejí se a umírají...

I v lidském rozumu se odráží týž věčný pohyb a vývoj: nejdříve nechápavost, chaos — nedostatek pořádku, ale pomalu se začínají ujasňovat rysy souvislostí všeho na světě, ukazuje se zákonitost dění, vzniká složitý, ale jasný obraz jednotného vesmíru...

Takový je svět, jaký nám ukazuje současná věda.

JAK OBJEVIL MENDĚLEJEV SVŮJ ZÁKON

Ve staré budově chemické laboratoře petrohradské university seděl mladý, ale už známý profesor. Byl to Dimitrij Ivanovič Mendělejev. Právě mu byla přidělena stolice obecné chemie na universitě a nyní se zabýval přípravou přednášek pro studenty. Hledal při tom nejlepší způsob, jak vyložit zákonitosti chemie, jak popsat historii jednotlivých prvků, zamýšlel se hluboce nad tím, jak svůj výklad zpřístupnit. Jak spojit výklady o draslíku, sodíku nebo lithiu, o železe, manganu a niklu? Cítil, že jsou tu jakési ještě zcela neznámé vztahy mezi jednotlivými atomy.

Aby našel lepší pořádek, vzal jednotlivé lístečky a napsal na ně velkými písmeny značky prvků, pak příslušnou atomovou váhu a některé hlavní vlastnosti, dal se do rozkládání těchto lístečků, seřaďoval prvky podle vlastností tak, jako se asi rozkládají karty při patience.

A tu uviděl profesor zvláštní zákonitost. Rozložil všechny prvky do řady podle atomové váhy a ukázalo se, že se v určitých intervalech — až na nepatrné výjimky — vlastnosti prvků opakovaly. Pak položil další lístky pod první řadu a vytvořil druhou, po sedmi prvcích pak začal klást třetí řadu.

Tu už musel rozložit 17 prvků, aby podobné atomy ležely jeden pod druhým. Všecko se tak docela neshodovalo, musel tu a tam něco vynechat. Pak dalších podobných sedmnáct přihrádek, a dostal následující řadu. Pak už bylo dílo složitější, už celá řada atomů nechtěla se umístit ve své přihrádce, ale přece se jasně ukazovalo opakování vlastností.

Všecky prvky, které D. I. Mendělejev znal, se tak umístily v tabulce. Až na malé výjimky následovaly jeden za druhým se zvětšující se atomovou vahou v horizontální řadě, a ukázalo se, že příbuzné kovy jsou rozloženy ve vertikálních sloupcích.

V březnu 1869 poslal D. I. Mendělejev Společnosti pro chemii a fysiku v Petrohradě první krátké pojednání o svém zákoně.



Neehei do klikky!

gallium, germanium, skandium.



Tak učinil ruský chemik D. I. Mendělejev ohromný objev.

Tehdy bylo známo 62 prvků. Atomové váhy byly určeny nepřesně a často špatně, vlastnosti atomů byly určeny ještě hůře. Bylo třeba proniknout povahu každé chemické látky, znát sloučeniny jednoho kovu s druhým, uhodnout jejich putování, jejich přátelství či nepřátelství v půdě.

D. I. Mendělejevovi se podařilo spojit v jedno vše, co bylo do té doby prostudováno z chemie Země. Spojitost, příbuznost mezi prvky, byť dosud nejasná a neucelená, byla zjištěna již i jinými vědci. Tak I. V. Döbereiner ukázal, že se kovy mohou podle svých vlastností rozložit po třech, v triádách. Francouzský důlní inženýr de Chancourtois rozložil všechny kovy v jakousi zvláštní šroubovici a připravil ji pro tisk k pobavení pařížské Akademie. Ještě více se přiblížil tomuto zákonu anglický chemik G. A. Newlands, jeden z bojovníků za svobodu Itálie ve voj-

Pak předvídáje geniálním rozumem velký význam své práce, pracoval úporně na tomto problému a doplňoval svou tabulku. Brzy se přesvědčil, že jsou v tabulce prázdná místa.

„Na tato prázdná místa za křemíkem, borem a aluminím budou nalezeny nové prvky“ — říká. Toto proroctví se brzy vyplnilo a nově objevené prvky byly uloženy do prázdných přihrádek:

13 Al 26,97	14 Si 28,06
21  ?	22 Ti 47,90
31 ?	32 
39 Y	40 Zr

sku Garibaldově, ale Chemická společnost anglická zavrhla jeho práci, při čemž jeden z posmívajících se chemiků prohodil, že by Newlands dosáhl ještě zajímavějších výsledků, kdyby seřadil prvky podle abecedy.

To všecko byly však jen zlomky. Bylo třeba udělat daleko víc; bylo nutno vypracovat jednotný plán, základní zákon vesmíru, a ukázat na faktech, že působí všude, že každý prvek je závislý na tomto zákoně ve svých vlastnostech, že mu odpovídá, že z něho pramení. K tomu bylo potřeba geniální intuice, umění vidět obecné zákony v protikladech, důslednost ve studiu konkrétních fakt. To dokázal jen takový gigant myšlení, jakým byl D. I. Mendělejev.

Jen D. I. Mendělejev dovedl ukázat vzájemné vztahy všech atomů v přírodě tak, že mu nikdo nemohl odporovat.

Řád byl nalezen. Pravda, ještě byly záhadné vzájemné vztahy kovů, ale pořádek byl tak jasný, že Mendělejev mohl mluvit o novém přírodním zákoně, periodickém zákonu chemických prvků.

Od té doby uplynulo na osmdesát let. Po čtyřicet let pracoval D. I. Mendělejev na tomto zákoně, pronikaje do nejhlubších tajemství chemie ve své laboratoři.

V Paláci měř a vah, který vybudoval, studoval a měřil nejpresnějšími methodami různé vlastnosti kovů a nacházel stále další a další potvrzení svého objevu.

Jezdil po Uralu a studoval jeho bohatství, mnoho let věnoval problému nafty a jejího původu, a všude — v laboratoři i přírodě — viděl potvrzení svého periodického zákona, všude v nejhlubších teoriích i v průmyslu se tento zákon přeměňoval ve vůdčí magnetickou střelku, která usměrňovala hledání vědců i praktiků.

Až do smrti zdokonaloval D. I. Mendělejev svou malou tabulku z roku 1869, opravoval ji a prohluboval, a stovky chemiků, kteří šli v jeho stopách, objevovaly nové prvky, nové spojitosti, nalézajíce hluboký vnitřní smysl Mendělejevovy tabulky.

Teď se nám jeví ve zcela nové podobě.

Mladý Angličan, který nakonec zahynul při útoku na Gallipol, Henry Moseley, objevil neočekávaně v roce 1913 ještě jednu zákonitost Mendělejevovy tabulky a stanovil celkový počet chemických prvků.

Dokázal, že nejdůležitější v prvku je náboj jádra, který se přesně rovná pořadovému číslu prvku. U vodíku se rovná jedné, u helia dvěma, u zinku třiceti, u uranu devadesáti dvěma. A stejně tolik elektronů je těmito náboji připoutáno k jádru, obíhá kolem jádra v orbitách, kterých není více než sedm. Byly nazvány v pořadí písmeny K L M N O P Q. Ve všech atomech se počet elektronů, které jádro obklopují, rovná pořadovému číslu prvku. Všecky elektrony jsou zcela přesně rozloženy v určitých hladinách.

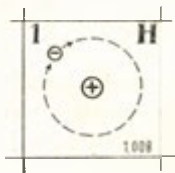
První z nich, hladina K, nejbližší jádru, obsahuje u vodíku jeden elektron, u ostatních prvků dva. Druhá hladina či „slupka“ L obsahuje u většiny atomů osm elektronů. Hladina M může mít až 18 elektronů, N až 32. To je největší počet elektronů, jaký se může umístit v jedné slupce. Další slupka O jich nemůže mít víc než 18, slupka P a poslední z možných Q ne více než 8.

Chemické vlastnosti prvků jsou určovány hlavně stavbou vnější elektronové vrstvy, která je zvlášť stabilní, dosáhne-li v ní počet elektronů osmi. Atomy, které mají ve vnější slupce jeden nebo dva elektrony, lehko je odevzdávají a mění se v ionty. Tak na př. sodík, draslík, rubidium mají ve vnějším obalu po jednom elektronu. Lehko jej ztrácejí a mění se v jednomocné, kladně nabitě ionty. Přitom se další elektronová slupka mění ve vnější.

Má osm elektronů, a to zabezpečuje stálost iontu-atomu.

Atomy vápníku, barya a jiných alkalických kovů mají dva elektrony; když je ztratí, mění se v stabilní dvoumocné kladné ionty.

Atomy bromu, chloru a jiných halogenů mají ve vnějším obalu po sedmi elektronech.



Dychtivě zachycují elektrony vnějších obalů druhých atomů, a když si jimi doplnily vlastní obal na osm elektronů, stávají se z nich stále záporné ionty.

U prvků, které mají ve vnějším obalu tři, čtyři nebo pět elektronů, je sklon k tvoření iontů v chemických reakcích již méně výrazný.

Váha atomu a jeho častý výskyt v přírodě závisí na stavbě jádra. Chemické vlastnosti prvku a jeho spektrum závisí na počtu elektronů; jsou podobné u prvků se shodnou stavbou vnějšího elektronového obalu.

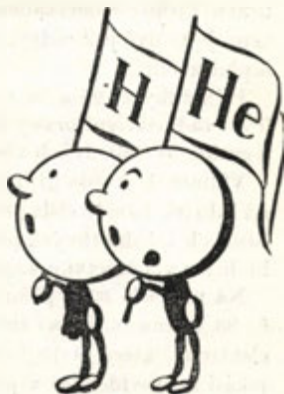
To je tajemství atomu. Od chvíle, kdy byl objeven, pochopili chemici a fyzikové, geochemici i astronomové, technici a technologové, že jeden z nejhlubších zákonů přírody je periodický zákon Mendělejevův.

MENDĚLEJEVŮV PERIODICKÝ SYSTÉM PRVKŮ V NAŠÍ DOBĚ

Badatelé předkládali mnoho rozmanitých způsobů, jak zdůraznit význačné rysy Mendělejevovy tabulky.

Podívejme se na přiložené obrázky jak byl zobrazován velký Mendělejevův zákon v různých dobách: jednou v podobě řádků a sloupců, jindy v jakési ploché spirále nebo ve složité spleti všelijakých oblouků a linek.

Ještě se později vrátíme k pokusu, rozložit tabulku do velkolepé spirály, ale nyní ji ukážeme tak, jak ji podává současná věda.



Proberme si letmo tuto tabulku a snažme se poznat její hluboký smysl.

Nejdříve vidíme množství příhrádek, které jsou rozloženy v sedmi vodorovných řadách a zároveň v osmnácti svislých sloupcích, kterým chemici říkají skupiny, grupy. Ve většině učebnic je sice tabulka poněkud pozměněna (řady jsou jakoby zdvojeny), ale my se budeme držet raději této formy.

V první řadě jsou jen dva prvky: vodík (H) a helium (He), ve druhé a třetí je po osmi prvcích, ve čtvrté, páté a šesté po osmnácti příhrádkách.

Příhrádky těchto šesti řad by měly obsahovat 72 prvků, ale vidíme, že v příhradce č. 57 není jeden prvek, nýbrž patnáct. Poslední řada má deset příhrádek — a tak je jich dohromady 82.

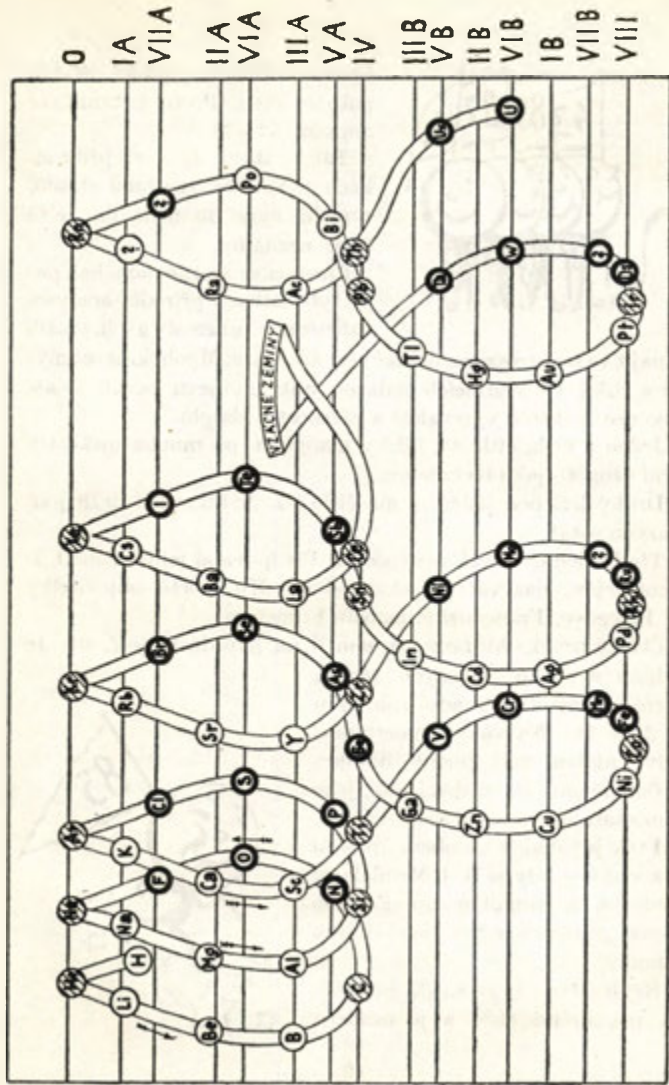
Před první příhrádkou, kde sídlí vodík, je těžko si představit existenci nějakých chemických prvků, protože neutron a nabitý proton jsou základními stavebními jednotkami, z kterých jsou vybudovány ostatní atomy. Vodík stojí tedy plným právem na začátku Mendělejevovy tabulky. Horší to už je s jejím zakončením. Poslední v tabulce byl dlouho uran.

Jenomže při některých pokusech dostali fyzikové kovy těžší uranu. Proto nekončí tabulka uranem; napravo od něho jsou obsazeny ještě dvě příhrádky, a to dvěma novými prvky, neptuniem a plutoniem.

Příhrádky č. 95 a 96 musíme už také pokládat za obsazené. Tyto radioaktivní prvky už mají jméno: je to americium (č. 95) a curium (č. 96). Jejich vlastnosti jsou však jen málo známe.

Vidíme, že každá příhrádka je nahoře očíslována, a to v řadě od 1 do 96. Jsou to čísla prvků a vztahují se na počet elektrických částíček v jednotlivých prvcích. Proto jsou důležitým a neoddělitelným vlastnictvím každé příhrádky a každého prvku.

Na př. číslo 30 v příhradce, kde je zinek s atomovou vahou 65,38, znamená, že má zinek jádro a třicet elektrických částíček, elektronů, které obíhají okolo něho. Jak jsme se už zmínili, je jakási nepravidelnost v příhradce za baryem, kde na jednu při-



Periodická soustava prvků D. I. Mendělejeva podle vyobrazení Soddyho z r. 1914. Vodorovné linky — řady prvků se shodnými chemickými vlastnostmi. Velké periody — v podobě osmiček. V bílých kroužcích — kovy, v černých polokovy. Šedé kroužky — neutrální prvky (vzdušné plyny a j.)



hrádku připadá patnáct prvků, patnáct čísel. Proto je tam také napsáno 57—71.

Tak se stalo, že v 82 přihrádkách je vlastně 94 druhů atomů, z nichž byly do nedávna ještě čtyři neznámy.

Chemici se marně namáhali najít tyto látky v přírodě, analysovali rozmanité nerosty a soli, snažili

se najít ve spektroskopu nějaké neznámé čáry. Mnohokrát se zmýlili a tiskli ve věstnících halasné stati o objevu prvků — ale nakonec zvítězila vytrvalost a přesnost badatelů.

Jeden z nich, číslo 43, blízký manganu, po mnoha diskusích nyní označen jako technicium.

Druhý leží pod jodem a má číslo 85. Je těkavější nežli jod. Nazván astat.

Třetí tajemný prvek má číslo 87. Předpovídal jej už sám D. I. Mendělejev, nazýval jej ekacaesium. Ku počtě objevitelky M. Peregové, Francouzky, nazván Francium.

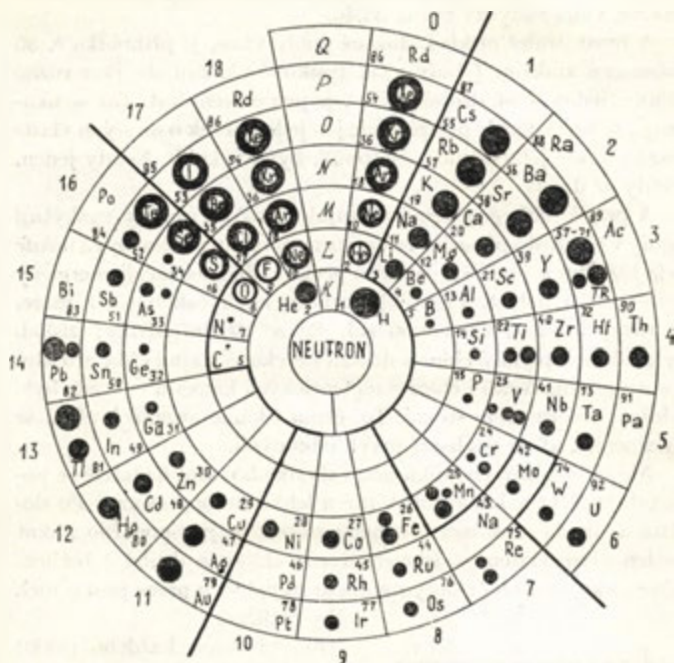
Čtvrtý prvek, hledaný na zemi i na hvězdách, je č. 61. Je jedním z prvků vzácných zemin, které zabírají dohromady přihrádku č. 57—71. Nazván promethium; dříve hlášen pod jmény illinium a florencium, ale nedokázána jeho samostatnost.

I tak je tabulka mnohem úplnější než v době, kdy si D. I. Mendělejev usmyslil, že pronikne do složitého obrazu přírody a sestavil první návrh tabulky.

Řekli jsme už, že každá přihrádka má určité číslo a je osídlena



KVANTOVÉ DRÁHY



*Periodická soustava prvků D. I. Mendělejeva v podobě kružnic-spirál.
Průměry kroužků zobrazují velikosti atomů a iontů. Sestavil J. Bilibin
v r. 1945.*

jedním prvkem, s výjimkou přihrádky vzácných zemin. Jenže chemici poukazují na to, že to je vlastně ještě složitější. Tak v přihrádce č. 17 je podle chemických vlastností jen jediný chlor s jádrem a sedmácti elektrony, které jej obíhají kol dokola jako planety. Ale fyzikové ukazují, že jsou dva chlory — jeden těžší,

druhý lehčí. Jejich vzájemný poměr je vždy stejný, proto je průměrná váha vždycky rovna 35,46.

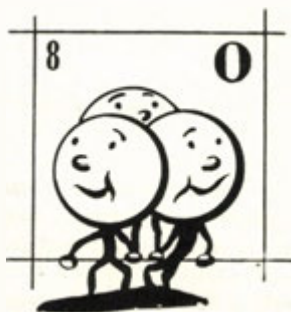
A hned druhý příklad. Jak už dobře víme, je přihrádka č. 30 obsazena zinkem. I tady však fysikové ukazují, že jsou různé zinky, jedny těžší, druhé lehčí — je jich celkem šest. Tak se ukazuje, že sice v každé přihrádce je jen jeden prvek o určitých vlastnostech, ale jeho odrůd, „isotopů“, bývá několik. Někdy jeden, jindy až deset.

A právě tohle geochemiky zaujalo. Proč se isotopy vyskytují vždy v naprosto přesném vzájemném poměru, proč nebývá někde víc těžkého a jinde víc lehkého prvku? Chemici začali energicky pracovat a pátrat. Podrobili rozboru kuchyňskou sůl z moře, z různých jezer, kamennou sůl, sůl ze střední Afriky; získali z každé soli plynný chlor a dostali nečekaně stejná čísla pro atomovou váhu. Vzali i chlor z meteorických kamenů — i zde bylo složení chloru zcela stejné. To, čemu říkáme atomová váha, se nezměnilo, ať už pocházel prvek odkudkoli.

Ale vítězosláva chemiků netrvala dlouho. Jiní badatelé se pokusili rozdělit v laboratoři těžké a lehké isotopy atomu. Po složitě a dlouhé destilaci plynného chloru se jim podařilo získat jeden plyn, složený z lehčích atomů chloru a druhý z těžších. Chemicky jsou oba chlory naprosto stejné — a přece jsou u nich váhy rozličné.

Objev isotopů každého prvku zkomplikoval celou Mendělejevovu tabulku. Zdálo se to dříve tak prostinké: 82 přihrádek, v každé jeden prvek, s výjimkou přihrádky vzácných zemin. Číslo ukazuje počet elektronů kol jádra, vše je tak prosté, jasné, přesné. A na jednou se ukáže, že tomu tak není!

Místo jednoho kyslíku — jsou dohromady *tři*; jejich váhy jsou



přesně 16, 17 a 18. Nejpodivnější však je, že také vodík má *tři* druhy atomů — jeden s vahou 1, druhý 2 a třetí 3. Poslední se vyskytuje v přírodě tak málo, že na něj můžeme zapomenout, ale druhý je neobyčejně zajímavý. Dostal dokonce i zvláštní jméno: deuterium.

Chemicky je jako prostý vodík, ale vahou je dvakrát těžší než obyčejný vodík. Ve velkých továrnách, které rozkládají vodu elektrickým proudem, se podařilo získat čisté deuterium a z něho zvláštní vodu, kde je místo lehkého vodíku těžký. Těžká voda má, jak se ukázalo, zvláštní vlastnosti: působí pronikavě na živé buňky, často ničí život, živé organismy, zkrátka — vede si zcela po svém.

Po takovém vítězství chemiků v laboratořích začali geochemici řešit týž problém v přírodě. Jestliže se podařilo rozdělit v retortách atomy vodíku na různé druhy, jistě to provádí i sama příroda. Jenže v přírodě probíhají všechny chemické pochody tak neklidně a vnější podmínky roztaveného magmatu v hlubinách země nebo na jejím povrchu se tak často mění, že je těžko očekávat nakupení čistých isotopů, jako se to podařilo v továrnách a ústavech. Vskutku se ukázalo, že v moři je těžké vody více než v řekách a v dešti. Ještě více těžké vody mají některé minerály. Objevil se celý nový svět, který byl dříve mineralogům a geochemikům nedostupný.

Rozdíly v přírodě mezi těmito sloučeninami jsou tak nepatrné, že je zapotřebí nejjemnějších method chemické a fyzikální analýsy, abychom je našli.

Miliontiny, a dokonce už i tisíciny gramu a centimetru jsou pro mineraloga a geochemika nepostřechnutelné při studiu hornin, vody a půdy v přírodě kolem nás. Můžeme dokonce zapomenout, že jsou tři kyslíky, šest zinků, dva draslíky, tři uhlíky; mezi nimi jsou tak nepatrné rozdíly — a povězme si také upřímně: naše metody jsou ještě příliš hrubé.

Jen chemici a fyzikové se naučili při svých přesných výzkumech rozlišovat prvky na různé isotopy, a není pochyb o tom, až

se podaří prostudovat přírodu ještě přesnějšími methodami, že objeví velkolepé zákony geochemie, o kterých se nám ještě ani nezdá.

Teď už můžeme zapomenout na isotopy. V každé přihrádce je teď pro nás v Mendělejevově tabulce jediný určitý a neměnný prvek. V přihrádce č. 50 je pro nás jen cín, vždy týž, stále dávající stejné chemické reakce, vyskytující se v přírodě ve stejných krystalech, o atomové váze vždy 118,7.

Mendělejevova tabulka neutrpěla tímto velkým objevem isotopů, zkomplikovala se jen v podrobnostech, ale ve skutečnosti je stále oním jasným, prostým a zřetelným obrazem přírody, jak nám jej nakreslil Mendělejev, předvídaje svým geniálním rozumem její ohromný význam. Pronikneme hlouběji do této tabulky a podíváme se, jaký má význam pro přírodovědce — pro mineralogy a geochemiky.

Doporučujeme vám rozložit si před sebou onu velkou tabulku, přiloženou k naší knížce. Pověste si ji v pokoji na stěnu a zkuste vmyslit se do jejího smyslu.

Nejdříve se podíváme na každou skupinu, grupu, přihrádek shora dolů. První skupina: lithium, sodík, draslík, rubidium, cesium — a konečně záhadné číslo 87. Jsou to všechno kovy alkalické. V přírodě se vyskytují pohromadě. Dobře známe některé jejich sloučeniny: sůl sodíku — chlorid sodný, prostou kuchyňskou sůl, kterou používáme doma, ze sloučenin draslíku známe sanytr, z něhož se dělají ohňostroje. Pak ještě velmi vzácné žiraviny, kterých se nyní používá v složitých elektrických zařízeních. Přesto, že jsou tak rozmanité, přece jsou tyto prvky chemicky podobné navzájem.

V druhé vertikální skupině najdeme kovy žiravých zemin, počínaje nejlehčím berylliem a konče znamenitým radiem. I ty jsou si navzájem podobny, jako by tvořily jednu rodinu.

Za nimi jde ještě složitější třetí skupina: bor, hliník, skandium, yttrium, pak přihrádka s 15 prvky vzácných zemin, a nakonec aktinium. Z praxe známe dobře jen dva první prvky, které mají

v přírodě velkou důležitost: bor a hliník. První je podstatnou složkou borité kyseliny a boraxu, který se používá ke spájení. Druhý je v nefelinu, živci, korundu, bauxitu — a čistý v kovových výrobcích: hrncích a lžicích. Tato skupina je už dost složitá. Hliník je ještě opravdový kov, ale bor je spíše metaloid a tvoří s typickými kovy jakési zvláštní soli.

Přejdeme ke čtvrté skupině: uhlík, křemík, titan, zirkonium, hafnium a thorium. Jsou to důležité prvky v přírodě; uhlík, který najdeme v každé živé hmotě, ve všech vápencích, a křemík, o němž si přečtete zvláštní kapitolu.

Pak je tu pátá, šestá a sedmá skupina. Jsou to vesměs zvláštní kovy, jež jsou často vysoko ceněny v metalurgii železa a přidávají se k oceli ke zlepšení jejích vlastností.

Dále je znamenitý střed Mendělejevovy tabulky — osmá, devátá a desátá skupina. Nejzajímavější na této části tabulky je, že tu jsou sousední kovy blízké sobě navzájem.

Železo, kobalt a nikl jsou velmi podobné a nacházejí se v přírodě pospolu, a při chemické analýze je těžké je oddělit. Stejně podobné jsou si lehké platinové kovy: ruthenium, rhodium a palladium, a těžké platinové kovy: osmium, iridium a platina.

Za středem Mendělejevovy tabulky následují čtyři vertikální skupiny, obsahující tak zvané těžké kovy. Patří sem měď, zinek, cín a olovo — všechny dobře známe z denního života.

Pak tu je patnáctá skupina. Je podivná: začíná plynem dusíkem, po něm je prchavý fosfor a arsen, polokovový antimon a konečně dosti typický kov vizmut. Zdá se, že tato skupina naznačuje ostrý přechod k další části Mendělejevovy tabulky, kde se už nesetkáme s kovy, které mají kovový lesk a jiné vlastnosti, které dobře známe. Jsou tam látky, které chemici nazývají metaloidy: plyny, tekutiny nebo prostě tuhé nekovy.

Charakteristická je skupina šestnáctá: kyslík, síra, selen, tellur a pak tajemné polonium; pak sedmnáctá skupina těkavých látek, nejdříve plynů: vodíku, fluoru, chloru, pak kapaliny: bromu, a nakonec tuhé, ale též těkavé krystaly jodu. Tuto sku-



pinu (s výjimkou vodíku) nazvali chemici halogeny, prvky halové, neboť dávají se zásadami soli. To už říká jejich název — halogen znamená řecky to, co dává vznik solím.

A tu je poslední — osmnáctá skupina. Jsou to vzácné či netečné plyny. S ničím se neslučují a prosycují celou zemi, všechny horniny,

všecko, co nás v přírodě obklopuje. Začínají slunečním plynem — heliem a končí podivuhodným plynem radonem, který žije pouze 7—8 dní.

MENDĚLEJEVOVA TABULKA V GEOCHEMII

Jak jsou rozloženy prvky v zemi a v celé přírodě kolem nás? To je otázka, která byla pro člověka důležitá už od nejdávnějších časů.

Vznikala živelně na každém kroku, z potřeby denního života. Pračlověk měl nouzi o materiál na nástroje pro práci a lov, a vyráběl si primitivní zbraně z tvrdého křemene nebo z taktéž tvrdého, ale pevnějšího nefritu. Je pochopitelné, že hledání užitečných hornin začalo mnoho tisíc let před námi, když si člověk začal všímat zářícího zlata v říčním písku, krásy nebo váhy různých kamenů, které mu padly do oka. Při hledání *pevnosti* byla objevena i *kujnost a tažnost* některých nerostů a od té doby se staly kovy přáteli člověka...

Tak poznal člověk nejdříve měď, cín, zlato a nakonec železo, naučil se je dobývat a opracovávat. Postupně se hromadily poznatky a zkušenosti. Ve starém Egyptě byly už známy ty oblasti, kde je možno hledat měď a kobaltové nerosty a později i železné okry, hlíny na sošky a tyrkysy pro posvátné brouky-skarabey, a pomalu se ujasňovaly prosté přírodní zákony.

Ukázalo se, že se kovy často vyskytují pospolu, jako na příklad cín, měď a zinek — tak přišli lidé na nápad roztavit je společně a vytvořit bronz. Na jiných místech se vyskytlo zlato a drahé kameny, jinde zas hlína a živec, z nichž je možno vyrábět porcelán a majoliku.

Tak se postupně objevovaly základní zákony geochemie. A když se alchymisté středověku snažili najít v tajemném tichu svých laboratoří zlato a kámen mudrců — pracovali také na ohromném úkolu seskupení přírodních fakt.

Alchymisté už dobře znali, že některé kovy jsou družné a vyskytují se pohromadě: jiskřící krystaly leštěnce olověného doprovázejí v nerostných žilách blýskavé blejno zinkové, stříbro se vyskytuje se zlatem, měď najdeme často s arsenem.

Když se v Evropě začalo dolovat, začaly se rýsovat určitější i zákony geochemie. Počátky geochemie jako vědy se vytvářely v hlubokých šachtách; ujasňovalo se, jaké látky se vyskytují v přírodě pospolu a za jakých podmínek, jaké zákony nutí jeden či druhý prvek objevit se na jednom místě hromadně a jinde jen roztroušeně.

Byly to nejdůležitější otázky při dolování. Bylo třeba nalézt ta místa, kde se nakupily ve velkém množství kovy, důležité v průmyslu: železo, zlato a p.

A dnes již víme, že zákony společného výskytu prvků a jejich chování jsou velmi přesné a mohou být prospěšné při hledání užitečných rud.

Známe to dobře z denního života. Některé prvky najdeme převážně v ovzduší: dusík, kyslík a vzácné plyny. Víme, že ve slaných jezerech nebo solných dolech bývají pohromadě soli chloru, bromu a jodu zároveň s kovy: draslíkem, sodíkem, hořčíkem a vápníkem.

V žulách, oněch světlých krystalických horninách, které zchladly z roztaveného magmatu, jsou určité prvky. S nimi jsou vždy pohromadě vzácné kameny, obsahující atomy boru, beryllia, lithia a fluoru, a také sloučeniny vzácných kovů: wolframu, niobu a tantalu.

V protikladu k žulám najdeme v čedičových horninách, které se vylily z nitra země, pohromadě nerosty s chromem, niklem, mědí a železem. V bohatě rozvětvených systémech rudných žil, které tryskají z moených ohnisek roztaveného magmatu směrem k povrchu, nachází kovkop zinek a olovo, zlato a stříbro, arsen a rtuť.

Čím hlouběji se rozvíjí naše věda, tím jasněji a určitěji se rýsují zákony, jejichž smysl byl dlouho nepochopitelný.

Zatím se podíváme na Mendělejevovu tabulku. Cožpak není pro nás, kdo hledáme kovy a drahé kameny, stejným kompasem jako pro chemiky?

Vždyť střed Mendělejevovy tabulky zaujímá devět kovů: železo, kobalt, nikl a šest kovů platinové skupiny. Víme, že vznikly v ohromných hlubinách zemského nitra. Jen tenkrát, když se zvednou do výše horské hřbety, a voda je hlodá po miliony let, jako na Urale, obnažují se ty hlubinné zelené horniny, obsahující železo a platinu. Tyto prvky nejsou jen osnovou našich horských hřbetů, jsou též centrem Mendělejevovy tabulky.

Pojďme napravo od nich ke kovům, které nazýváme těžké, jež zaujímají celé velké pole napravo od niklu a platiny. Je to měď a zinek, stříbro a zlato, olovo a vizmut, rtuť a arsen. Mluvili jsme vskutku už o tom, že se tyto kovy vyskytují vždy pohromadě: havíř je hledá v rudných žilách, které pronikají na zemský povrch.

A nyní pojďme nalevo od středu tabulky — stejné pole najdeme i v levé části. Jsou to ony dobře známé kovy, které tvoří drahokamy, sloučeniny kovů beryllia a lithia; jsou to ony řídké a neobyčejně vzácné prvky, které se hromadí v posledních výběžcích granitových masivů a v pegmatitech mohutných žulových těles.

Pojďme ještě dál doleva i doprava v tabulce. Přitom ovšem nezapomeneme, že se její dlouhé řady vinou ve spirálu, takže se okrajové skupiny na levé a pravé straně stýkají. Vidíme tu dobře známé prvky solných ložisek: solných jezer a oceánů i solných

dolů. Jsou to ony prvky, které tvoří soli chloru, bromu, jodu, sodíku, draslíku a vápníku.

A teď se podívejte pozorněji na pravou horní část tabulky — najdete tam hlavní prvky ovzduší: dusík, kyslík, vodík, helium a jiné vzácné plyny; a v levém horním rohu lithium, beryllium a bor. Nepřipomínají nám prchavé části žulových masivů, kde se tvoří nádherné drahokamy, růžové a zelené turmaliny, jasně zelené smaragdy? Jak vidíte, naznačuje Mendělejevova tabulka skupiny prvků, které nacházíme pohromadě v přírodě — je skutečným kompasem pro hledání užitečných kovů.

Abychom si ukázali uvedené zákonitosti na praktickém případu, vzpomeňme si na hlavní užitékové rudy Uralu.

Hřbet Uralu se tyčí před námi jako ohromná Mendělejevova tabulka, rozložená napříč rozprostřených hornin. Osa hřbetu i tabulky odpovídá těžkým zelenokamům platinových ložisek. Její krajní skupiny jsou v solném pásmu znamenitého Solikamska a v oblasti Emby.

Není to úžasné potvrzení nejhlubších a nejabstraktnějších myšlenek? Myslím, že již sami vidíte, že jsou prvky v Mendělejevově tabulce rozloženy ne náhodně, nýbrž podle shody svých vlastností. A čím jsou bližší jeden druhému, tím jsou si také blíže v Mendělejevově tabulce.

Totéž nacházíme i v přírodě. Značky různých užitečných rud nejsou nějak náhodně rozházeny po našich geologických mapách. V přírodě nenacházíme jen náhodně pohromadě osmium, iridium a platinu nebo antimon a arsen.

Tytéž zákony podobnosti a chemické blízkosti atomů určují jejich chování v zemských hlubinách. Velká Mendělejevova tabulka je vskutku nejdůležitější zbraní, která nám pomáhá objevovat bohatství hlubin, nalézat užitečné kovy a jejich pomocí budovat hospodářství a průmysl!

ATOM SE ROZPADÁ URAN A RADIUM

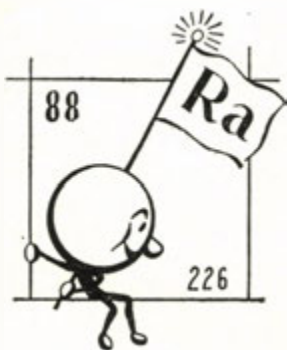
Z minulých kapitol vidíme, že v základech geochemické vědy je atom. Z devadesáti dvou druhů atomu, které odpovídají devadesáti dvěma rozličným prvkům, je postavena celá příroda kolem nás.

Co vlastně je tato nejmenší, „nedělitelná“ částčka hmoty — je skutečně nedělitelná, jsou skutečně devadesát dva druhy atomů, které existují nezávisle jeden na druhém a nemají jednotnou stavbu?

Pojetí atomu jako hmotně nedělitelné kuličky je v základech chemie a fyziky. „Nedělitelný“ atom objasňoval plně fyzické a chemické vlastnosti hmoty, a proto se fyzikové a chemici nesnažili odhalit jeho tajemství, třebaže měli tušení o složité stavbě atomu.

Teprve když znamenitý francouzský fyzik André Becquerel objevil v r. 1896 dosud neznámý úkaz, vysílání jakýchsi neviditelných paprsků z uranu, a manželé Curieovi objevili nový prvek — radium, u něhož byl tento zjev ještě zřetelnější — teprve tehdy se začalo ukazovat, že i sám atom má velmi složitou stavbu.

Teď, po skvělých pracích Marie Curie-Sklodowské, manželů Joliot - Curieových, Rutherforda, Rožďestvenského, Bohra a jiných se už dostatečně vyjasnil obraz atomové stavby i v podrobnostech. Nejen že víme, z jakých jednoduchých částic se atom skládá, známe i jejich rozměry, váhu, jejich uspořádání a síly, kterými na sebe působí.



Atom každého prvku, přesto že má nepatrné rozměry (má průměr jedné stomiliontiny centimetru), je složitým útvarem, který se podobá sluneční soustavě.

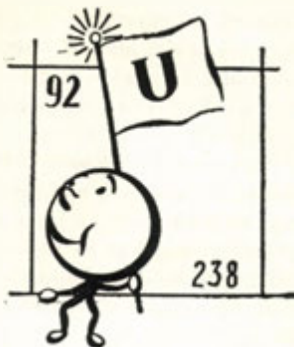
Atom má hmotné jádro (jeho průměr je desettisíckrát menší než průměr atomu a rovná se zhruba jedné biliontině centimetru), kde je soustředěna prakticky všechna hmota atomu. Jádro atomu má kladný elektrický náboj. Množství kladných nábojů v jádru roste ve shodě s postupem od atomů lehkých prvků k těžkým a podle čísel, shodujících se s pořadovým číslem přihrádky v periodickém systému, kde je prvek umístěn.

Kolem jádra krouží v různých vzdálenostech elektrony. Jejich počet se shoduje s počtem kladných nábojů jádra, takže je atom jako celek neutrální.

Jádra atomů všech prvků jsou sestavena ze dvou jednoduchých částic — protonu, či jádra atomu vodíku, a neutronu. Proton má hmotu, která se téměř rovná hmotě atomu vodíku, a má jeden kladný náboj. Neutron je hmotná částice, která má touž hmotu jako proton, ale nemá žádný elektrický náboj.

Protony a neutrony jsou spojeny v jádrech atomů tak pevně, že jsou atomová jádra při všech chemických reakcích naprosto stálá a neměnná.

Budeme-li postupovat v periodickém systému D. I. Menděle-



jeva od nejlehčích prvků k těžkým, uvidíme, že jádra atomů lehkých prvků mají přibližně stejný počet protonů a neutronů (poznáme to snadno podle toho, že na začátku tabulky je atomová váha prvků svou hodnotou rovná nebo blízká dvojnásobku pořadového čísla prvku).

Přejdeme-li k těžším prvkům, začíná v jádrech atomů převažovat počet neutronů nad protony. Nakonec je převaha neutronů nad protony značná a jádra atomů začínají být vratká. Počínaje pořadovým číslem 81 objevují se vedle stabilních typů atomu také typy nestálé. Jádra nestálých atomů se samovolně rozpadají, vydávající ohromné množství energie, a mění se v jádra druhých prvků.

Počínaje pořadovým číslem 86 jsou všechna jádra atomů prvků nestálá a odpovídají prvkům radioaktivním.

Radioaktivita — to je vlastnost atomů samovolně se rozpadat, měnit se v atomy jiných prvků za uvolnění velkého množství energie ve formě rozličných záření. Tato záření dělíme na tři skupiny: na alfa-paprsky (α -paprsky), to jest proud rychle letících hmotných částic s dvojnásobným kladným nábojem; každá alfa-částice má hmotu čtyřikrát větší než hmota atomu vodíku, a je vlastně jádrem atomu prvku helia, jak se ukázalo při analýse nahromaděného plynu. Druhá skupina jsou beta-paprsky (β -paprsky), proud elektronů letících úžasnou rychlostí. Každý elektron má jeden záporný elektrický náboj, nejmenší jaký vůbec existuje, a má hmotu rovnou $\frac{1}{1840}$ hmoty atomu vodíku.

Třetí skupina paprsků jsou paprsky gama (γ), které jsou zářením právě tak jako Roentgenovy paprsky (X -paprsky), ale o déle vlny ještě kratší, takže také svým chováním připomínají proud částic.



Kdybychom umístili v nevelké skleněné trubičce asi gram soli radia, zatavili ji a začali pozor-

rovat, zjistili bychom snadno všechny hlavní zjevy, doprovázející radioaktivní rozpad.

Nejprve, použijeme-li přístroje, jímž je možno měřit i malé rozdíly teploty, snadno zjistíme, že teplota trubičky se solí radia je o něco vyšší než teplota prostředí.

Máme dojem, jako by v radiové soli byl ukryt přesně pracující oteplovací přístroj. Z tohoto poznatku můžeme udělat závěr, že při radioaktivním rozpadu nebo při procesu rozpadu atomových jader dochází k neustálému sálání velkého množství tepla. Pokus ukazuje, že 1 g radia vydá při rozpadu za hodinu 140 malých kalorií tepla, čili při své úplné přeměně na olovo (k čemuž je potřeba asi 20.000 let) vydá 2,9 milionu velkých kalorií tepla, to je tolik, kolik dostaneme při spálení půl tuny kamenného uhlí.

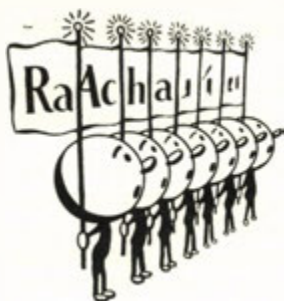
Položíme trubičku s radiem, odčerpáme z ní malou násoskou vzduch a převedeme jej opatrně do druhé trubičky, odkud byl dříve vzduch odčerpán, a trubičku zatavíme. Vidíme, že září ve tmě zeleně-azurovým světlem právě tak, jako září sama trubička se solí radia.

Tato druhotná radioaktivita je podmíněna výskytem nové radioaktivní látky, která se zrodila z radia. Je to plyn a jmenuje se radon (Rn).

Množství radonu v trubičce vzrůstá po 40 dní, ale potom se ustálí, protože rychlost rozpadu radonu pak odpovídá rychlosti jeho vzniku. Radioaktivitu můžeme zjistit, přeneseme-li zkumavky k nabitému elektroskopu. Radioaktivní záření ionisuje vzduch, takže se stane vodičem elektřiny, a elektroskop se vybíjí. Kdybychom zkoumali den ze dne, jak působí zkumavka s radonem na nabitý elektroskop, lehce bychom zjistili, že její působení časem slábne. Po 3,8 dnech klesne její působení na polovinu, a po 40 dnech už zkumavka vůbec nemá vliv na nabitý elektroskop.

Projde-li však takovou zkumav-





zkumavky, můžeme zjistit, že je v prázdné zkumavce nepatrné množství olova.

Z 1 g radia se rozpadem atomů vytvoří za rok $4,00 \cdot 10^{-4}$ g olova o atomové váze 206, a 172 krychlových milimetrů plynného helia.

A tak dostaneme při rozpadu radia nové radioaktivní prvky jeden za druhým, dokud se nevytvoří neradioaktivní olovo. Tak přeměny končí. Radium samo je však jen článkem v dlouhém řetězu zplodin rozpadu uranu.

Řada prvků, které vznikají rozpadem radioaktivních prvků, se jmenuje řada radioaktivní.

Jádra všech radioaktivních prvků jsou vratká a všechna mají stejnou pravděpodobnost rozpadu v daném čase. Proto se dostatečně velký vzorek radioaktivní látky, který obsahuje mnoho milionů atomů, rozpadá vždy stejnou rychlostí nezávisle na jakýchkoli chemických nebo fyzikálních vlivech.

Byly zkoušeny teploty počínaje teplotou tekutého helia, která je blízká absolutní nule, do teplot několika tisíc stupňů, tlaky o několika tisících atmosfér, i elektrické výboje vysokého napětí. Rychlost, jakou se rozpadá nebo mění radioaktivní látka, označujeme obvykle poločasem T , to je časem, potřebným k tomu, aby se rozpadla polovina atomů z množství, které bylo původně přítomno. Tato veličina je zřejmě charakteristická a stálá pro

různé druhy vratkých atomů, to je pro každý radioaktivní prvek.

Poločasy radioaktivních prvků leží v širokém rozpětí od zlomku vteřiny pro nejnestálější atomová jádra, do miliard let u málo vratkých, jako je na př. uran nebo thorium. Často se dceřiné jádro, podobné svému mateřskému radioaktivnímu jádru, samo ukáže nestálým, radioaktivním a rozpadá se dál, pokud se nevytvoří přes několik generací jader jádro stálé.

Dnes známe tři takové radioaktivní řady či rodiny: řada uranu-radia, začínající isotopem uranu o atomové váze 238, řada uranu-aktinia, začínající druhým isotopem uranu o váze 235, a řada thoria. Konečnými, dále se nerozpadajícími zplodinami každé z těchto řad o deseti až dvanácti přeměnách, jsou jádra atomů-isotopů olova, odpovídající atomovým vahám 206, 207, 208. Kromě olova jsou stálými zplodinami přeměn v každé z těchto radioaktivních řad částice alfa, které se zbavily své kinetické energie a staly se atomy helia.

Při neustálém radioaktivním rozpadu atomů uranu, thoria a radia dochází na zemi k stálému uvolňování tepla.

Kdybychom spočítali množství tepla, které vydávají uvedené prvky při svém rozpadu, ukázalo by se, že už dávno užíváme jejich tepla a ani o tom nevíme — otepluje se jím značně celá naše zeměkoule.

Ukazuje se také, že helium, dobývané pro plnění vzducholodí a balonů, vzniká radioaktivním rozpadem uranu, thoria a radia. Bylo vypočteno, že se takto vytvořila v zemi za dobu její existence ohromná množství plynného helia, vyčíslená stovkami milionů krychlových metrů.

Neustálý rozpad atomu uranu, thoria a radia v naší zemi je pro nás zajímavý nejen jako zdroj stálého tepla a jako původce prvků, důležitých pro průmysl, nýbrž i jako přesný hodinový stroj, chronometr, na němž můžeme odečítat čas od chvíle vzniku těch či oněch hornin na Zemi, a nakonec i samotné Země jako tuhého tělesa.

Jak mohou být použity atomy uranu, thoria a radia a jejich rozpad jako hodiny geologického času? Takhle: víme, že rychlost rozpadu radioaktivních atomů není závislá na chemických a fyzikálních pochodech, že zůstává stále stejná po celou dobu. Na druhé straně se tvoří při radioaktivním rozpadu stále a neměnné atomy prvků helia a olova, a jejich množství bude vzrůstat postupem času.

Známe-li, jaké množství helia a olova vznikne při radioaktivním rozpadu z jednoho gramu uranu nebo thoria za rok, a když určíme, kolik uranu a thoria je obsaženo v daném nerostu, a kolik je v něm helia a olova, dostaneme z poměru helia k uranu a thoriu na jedné straně, a z poměru olova k uranu a thoriu na druhé straně dobu, která prošla od doby vzniku nerostu.

Ve chvíli svého vzniku obsahoval nerost jen atomy uranu a thoria a žádné atomy helia a olova, potom se však začaly objevovat na účet rozpadu uranu a thoria atomy helia a olova a hromadily se.

Takový nerost, který má v sobě atomy uranu, můžeme přirovnat k přesýpacím hodinám, které všichni znáte. Takové hodiny jsou sestaveny ze dvou spojitých nádob; v jedné z nich je nasypáno určité množství písku. Ve chvíli, kdy hodiny nastavíme a upevníme tak, aby se písek působením tíže odsýpal z horní nádoby do dolní, jsou uvedeny hodiny do chodu. Písku je obvykle tolik, aby se přesypal v určitém časovém úseku — v deseti nebo patnácti minutách. Přesýpacích hodin se v praxi používá pro počítání pevných časových úseků. Mohlo by se jich dokonce používat pro měření všech možných časových úseků. To by se muselo zvážit množství písku nebo rozdělit nádobu na různé objemové části a měřit objem přesypaného písku. Protože se písek sype určitou rychlostí, můžeme určit, kolik se písku buď váhově nebo objemově přesype za minutu, a pak určíme z množství přesypaného písku, kolik minut prošlo od nastavení hodin.

Něco podobného se děje s minerálem, který má atomy uranu a thoria. Je jako horní nádobka s určitým množstvím písku,

jenže místo zrněk písku jsou tu atomy uranu a thoria. Také se mění určitou rychlostí v atomy helia a olova, tak jako se určitou rychlostí přesypají zrnka písku v přesýpacích hodinách z nádoby do nádoby.

Množství rozpadlých atomů uranu a thoria měříme podle množství helia a olova, které se z nich vytvořilo. Tak se podařilo vědcům určit, že se na zemi vyskytují nerosty, od jejichž vzniku uplynuly asi dvě miliardy let. Nejstarší nerosty byly nalezeny na severu. A tak víme, že Země je už starou babičkou — že jí je daleko víc než dvě miliardy let.

V závěru této kapitoly vám povím ještě o jednom úkazu, který byl objeven teprve nedávno a který jistě bude mít velký význam v životě lidstva.

Viděli jsme, že jádra atomů těžkých chemických prvků, počínaje pořadovým číslem 81 v periodickém systému D. I. Mendělejeva, mají vedle stálých odrůd také nestálé, jevící vlastnosti radioaktivity. Přitom je jasné, že se jádro atomu stává vratkým, poruší-li se některé vztahy mezi protony a neutrony. Je-li velká převaha jedněch nebo druhých, stává se vratkým.

Když vědci zjistili tuto vlastnost jader prvků, našli brzy prostředek, jak uměle změnit poměr mezi protony a neutrony a tak měnit stabilní odrůdy jader atomů ve vratké, uměle vyvolat radioaktivitu. Jak je to možné?

Na to je potřeba najít jakousi střelu, jejíž rozměry nepřevyšují rozměry jádra atomu, dáti jí náležitou energii a zasáhnout jí jádro atomu. Takovými střelami atomových rozměrů a s velkou energií jsou částice alfa, vydávané radioaktivními látkami. Nejprve jich vědci použili na to, aby rozbili jádro atomu. Podařilo se to nejdříve Ernestu Rutherfordovi, který působil v r. 1919 na jádra atomů dusíku alfa-paprsky a přitom objevil, že z nich vylétají protony.

Za 15 let nato objevila v r. 1934 skupinka mladých francouzských vědců, Irène Curie-Joliot a Frédéric Joliot, při působení částic alfa z polonia na aluminium, že hliník nejen vydává při

působení alfa-paprsků záření, kterého se účastní neutrony, nýbrž že si i po skončení ozařování alfa-paprsky uchovává nějakou dobu radioaktivitu a vysílá paprsky beta.

Chemickou analýsou stanovili manželé Curie-Joliotovi, že je přitom uměle radioaktivní nejen samo aluminium, nýbrž jádra prvku fosforu, která se vytvořila z atomů aluminia pod vlivem částic alfa.

Tak byly objeveny první umělé radioaktivní prvky a umělá radioaktivita. A brzy nato byly podle návrhu italského fyzika E. Fermi použity k bombardování jader prvků místo částic alfa neutrony, které pronikají daleko snáze do atomových jader než částice alfa, které mají stejně jako jádra všech prvků kladný náboj a proto se s jádrem prvku vzájemně odpuzují. Tyto odpuzivé síly jsou u jader atomů těžkých prvků tak veliké, že energie částic alfa nestačí na to, aby je překonala, a tak se částice alfa nemohou dostat do atomu. Neutrony jsou však částice, které nemají žádný elektrický náboj, neodpuzují se s jádry a pronikají do nich snadno. A tak se působením neutronů skutečně podařilo získat uměle radioaktivní odrůdy atomových jader u všech prvků.

Přitom bylo v roce 1939 objeveno, že při působení elektrony o malé energii na nejtěžší z prvků, uran, prodělávají jádra uranu nový, dosud neznámý typ rozpadu, kdy se atomové jádro dělí na dvě zhruba stejné poloviny. Tyto poloviny jsou vratkými odrůdami atomů prvků ze středu tabulky D. I. Mendělejeva.

Rok nato objevili mladí sovětsí fyzikové K. A. Petržak a G. N. Flerov r. 1940, že se takový nový typ rozpadu uranu či nový druh radioaktivity vyskytuje i v přírodě, jenže daleko vzácněji než ob-



vyklý radioaktivní rozpad uranu. Rozpadne-li se při obvyklém radioaktivním rozpadu polovina atomů uranu za čtyři a půl miliardy let, je poločas dělení atomových jader na polovinu roven 44 tisícům bilionů let, je tedy desetimilionkrát vzácnější, ale zato je provázen daleko větším uvolňováním energie než obyčejný rozpad radioaktivní.

Bombardováním isotopu uranu 238 se podařilo získat řadu nových — zauranových prvků: neptunium s atomovým čís. 93, plutonium 94, americium 95, curium 96, které byly umístěny v Mendělejevově tabulce.

Při novém způsobu radioaktivity uranu — jak ukázali odborníci v r. 1946 — se také tvoří některá pevná jádra prvků, které se vyskytují v přírodě, zároveň se vznikem nestálých jader, která se dále rozpadají.

Jako při obvyklém radioaktivním rozpadu vzniká a hromadí se helium, tak při tomto novém typu radioaktivity uranu vznikají a postupně se hromadí krypton nebo xenon.

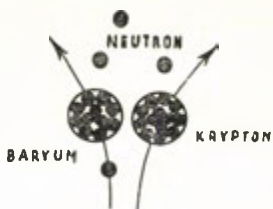
Nejzajímavější však je to, že můžeme tento nový typ rozpadu zvládnout, zrychlit nebo zpomalit podle libosti.

Urychlíme-li tento proces a donutíme k okamžitému rozpadu atomy, obsažené v 1 kg uranu, uvolní se přitom takové množství energie a tepla, jaké vznikne při spálení 2000 tun uhlí, a dojde k výbuchu kolosální mohutnosti.

Po výbuchu hledá každá střípinka novou formu rovnováhy, dokud neuvolní přebytečnou energii a nepřejde v stabilnější, pomalu se rozpadající atomy různých kovů.

Znamenité na tomto objevu je, že lidská technika dovede vyvolat nejen tyto bouřlivé reakce, které uvolňují zázračnou energii,





URAN 235



*Rozbití uranového
atomu pomalým
neutronem*

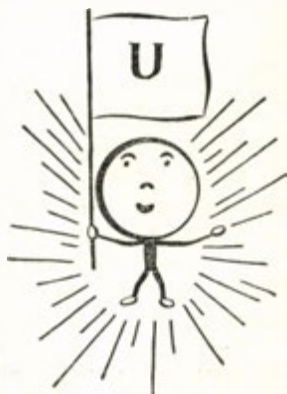
nýbrž že na ně dovede působit, zadržovat je nebo urychlovat, měnit bouřlivé výbuchy v pokojné, klidnější vydávání energie na celá tisíceletí.

Tak se ona skvělá myšlenka o atomové energii, která se zrodila koncem let devadesátých v mozku Pierra Curie, který objevil spolu se svou manželkou radium, myšlenka, již se rozhodl vyslovit na prahu nového století anglický fyzikální chemik F. Soddy, uskutečňuje v našich dnech.

Když v roce 1903 kreslil F. Soddy obraz šťastné budoucnosti lidstva, které bude mít nekonečné zásoby energie potřebné k životu, zdála se tato myšlenka jen krásnou fantasií a nemohla být potvrzena ani vlastními fakty přírody, ani vymoženostmi tehdejší techniky. A hle — nyní se tento sen mění ve skutečnost.

Nic divného, že se stal uran v posledních letech předmětem výjimečné pozornosti ve všech zemích. Dříve to byl prostě odpaděk při výrobě radia. Radiové firmy v Belgii, Československu, Kanadě a Americe hledaly upotřebení tohoto kovu po jeho odštěpení ve velkých radiových závodech. Ale upotřebení se nenašlo, jeho cena byla nízká, kupoval se za babku k barvení porcelánu, kachlíků a k přípravě laciných zelených skel.

To se v posledních letech změnilo; uran se stal předmětem výjimečné pozornosti v řadě zemí, a přitom to



není radium, nýbrž právě uran, který je předmětem pokusů a výzkumů.

I když bude potřebl ještě mnoho práce a úsilí na zvládnutí tohoto problému, i když bude tato energie z počátku dražší než energie, kterou získáme v parních kotlech — přece se tu otvírají lidstvu jedinečné možnosti využití této prakticky věčné hybné síly!

V rukou lidstva je nový druh energie, mohutnější než vše, co lidé dosud poznali.

Jednou, až bude zvládnuta atomová energie, budeme mít elektrárny v kufříku, motory o několika koňských silách ve velikosti hodinek, raketový pohon se zásobou energie na několik let, letadla, jež budou moci létat celé měsíce vzduchem bez přistání.

Nastává věk podmanění atomové energie — věk nevidané síly člověka.

Ani ve světě nových myšlenek o stavbě atomu neztratil periodický zákon D. I. Mendělejeva význam.

A nadto ještě: k poznání dějů uvnitř atomů je vůdčí hvězdou, stejně jako při studiu chemických vazeb mezi atomy. Poznání atomové stavby ukázalo, že se Mendělejevův zákon stal nejen jedním ze zákonů chemie, nýbrž i jedním z největších zákonů přírody.

A T O M A Č A S

Je těžko si představit prostší a zároveň složitější pojem než čas. Staré finské přísloví říká, že „na světě není nic pozoruhodnějšího, složitějšího a neovladatelnějšího než čas“. A jeden z největších filosofů starověku, Aristoteles, napsal čtyři století před naším letopočtem, že z neznámého nejneznámějším v přírodě kolem nás je čas, protože nikdo neví, co čas je a jak jím vládnout.

Už na prvotních stupních kultury zajímala člověka myšlenka o vzniku času, o konci světa, o tom, kdy byla stvořena příroda

kolem nás, jak vznikla Země, planety a hvězdy, a jak dlouho bude ještě na nebi svítit slunce. Podle starých perských pověstí existuje svět celkem jen 12.000 let. Astrologové babylonští, dohadující se podle nebeských světél, zjistili, že svět je velmi starý, více než dva miliony let. A bible říká, že prošlo jen 6000 let od chvíle, kdy byl boží vůlí stvořen svět za šest dní a nocí.

Otázkou času se po tisíciletí zabývaly největší mozky, a místo starých pověstí a fantasií astrologů se postupně objevovaly přesnější metody určení stáří naší Země.

První pokus, vypočísti stáří Země, provedl astronom Halley v r. 1715, a pak lord Kelvin, který v r. 1862 vypočítal stáří Země, vycházející z teorie jejího ochlazování, a získal číslo, které se tehdy zdálo úžasným: 40 milionů let.

Potom přišly geologické metody. Ve Švýcarsku, Anglii, Švédsku, Rusku a Americe začli geologové vypočítávat, kolik času asi potřebovala Země na vytvoření ohromných vrstev usazených hornin, jejichž mocnost přesahuje 100 kilometrů.

Přišlo se na to, že řeky odnášejí každý rok ne méně než 10 milionů tun látek, smývají je s kontinentů, takže se naše pevnina snižuje každých 25.000 let o jeden metr. Studující působení vody a ledovců, usazeniny na pevnině a v oceánech, vrstevnaté ledovcové jíly — varvy, došli geologové k výsledku, že se historie zemské kůry nemůže vtěsnat do 40 milionů let. Anglický geofysik Jolly vypočítal v r. 1899 stáří Země na 300 milionů let.

Ale tyto výsledky se nelíbily ani fysikům, ani samotným geologům.

Odnos materiálu s pevnin neprobíhal ani zdaleka tak pravidelně, jak to předpokládal Jolly. Období nánosů se střídala s bouřlivými výbuchy sopek, zemětřesením a vyzdvížením horských hřbetů. Nakupené nánosy byly přitom smyty. Jolly neuspokojoval ani přesné badatele, kteří chtěli najít skutečné hodiny na určení stáří zemské kůry.

A tak si vyměnili chemici a fysikové místo s geology. Našli konečně hodiny — skutečné hodiny, věčné, nestvořené žádným

hodinářským mistrem, bez per, která by je uváděla v pohyb, a není třeba je natahovat. Těmito hodinami je sám rozpadající se atom.

V předešlém náčrtu jsme viděli, že je celý svět plný štěpících se atomů, že se v tomto neviditelném, ale ohromném dění štěpí atomy uranu a thoria, radia a polonia, aktinia a mnoha desítek jiných prvků. Tento rozpad nemůže být ničím zastaven — ani žářem tisíců stupňů, jaký známe z obloukové lampy, ani nejnižšími teplotami, blízkými absolutní nule, ani úžasným tlakem — nic nemůže změnit tento přesný a neměnný zákon přírody.

Vždy a všude, v celém vesmíru kolem nás, štěpí se v přesných kvantech atomy uranu, radia, thoria — a současně se tvoří určitá množství atomů plynného helia a pevných, bezvládných atomů olova. Tyto dva prvky — helium a olovo — daly nám nové hodiny. Hle, po prvé v dějinách člověka podařilo se změřit čas vskutku světovou jednotkou věčného charakteru!

Jaký úžasný a zároveň těžko pochopitelný obraz! Několik set rozmanitých druhů atomu naplňuje vesmír svým složitým elektromagnetickým systémem. Vydávají energii a rychle se mění, přecházejí z jednoho druhu atomu v druhý. Některé ze vzniklých soustav jsou životné a drží se houževnatě — jejich doba přeměny je nám zřejmě svou délkou nedostupná; jiné existují tisíce milionů let, pomalu vyzařují energii a podstupují složitý pochod rozpadu; jiné žijí jen několik let, dní, hodin; život jiných se měří na vteřiny nebo tisíce vteřin...

Prvky vyplňují přírodu, posluhajíce zákonů přeměny atomových soustav, ale čas řídí zákony jejich mnohostnního, kvantitativního rozložení, čas je rozděluje po vesmíru a vytváří složité světy naší Země a kosmický život vesmíru.



Zvolna, po věky probíhá dění ve vesmíru; umírají rychle se štěpící těžké atomy, jiné se rozpadají působením alfa-paprsků, vznikají jiné, pevnější cihly vesmírné budovy a postupně se hromadí konečné zplodiny rozpadu — neradioaktivní prvky.

Už na slunci bylo zjištěno, že tam převládají prvky odolné alfa-paprskům. Povrch Země se skládá z 90 % z prvků se sudým počtem elektronů nebo i dělitelným čtyřmi, to je takových, jež jsou nejodolnější proti rozkladné činnosti paprsků gamma a kosmických paprsků.

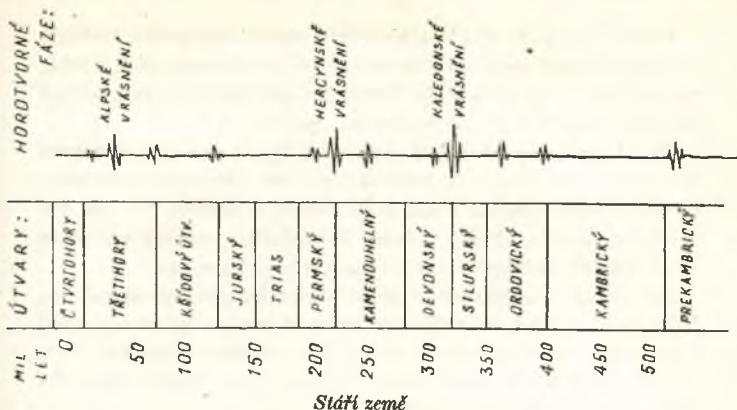
Nejpevnější z nich, jednoduše a pevně postavené, budují náš neústrojný svět. Méně pevné, jako draslík a rubidium, se účastní v životním dění a pomáhají svým rozpadem organismům v boji o život. Rychle se štěpící prvky, jako radon a radium, ničí při svém rozpadu i život. V jedněch hvězdných systémech postupuje pouze proces rozpadu, jako v dosti vyspělém našem slunečním systému, v jiných — v hvězdných mlhovinách — se teprve začíná vytvářet, v jiných, temných, uhaslých tělesech jde proces rozpadu nekonečně pomalu.

Čas stanoví složení přírody a sdružování prvků v kosmické historii. Fysikové a chemici vypočítali, že 1000 gramů uranu dá za 100 milionů let 13 gramů olova a 2 gramy helia.

Ze 2000 milionů, čili za dvě miliardy let bude už množství olova 225 g — to znamená, že čtvrtina všeho uranu se změní v olovo a atomů lehkého helia se nahromadí už 35 gramů. Ale proces pokračuje a za 4000 milionů neboli za čtyři miliardy let se nakupí téměř 400 g olova a množství helia dosáhne 60 g; původního uranu zůstane jen 500 gramů, polovina.

Jděme dál v těchto výpočtech: nevezmeme jen 4 miliardy let, nýbrž sto miliard let — pak se rozpadne téměř všechen uran a změní v olovo a helium. Uran téměř zcela zmizí ze světa a místo něho budou všude roztroušeny těžké atomy olova, a atmosféra se obohatí zásobou slunečního plynu — helia.

Na základě těchto fakt postavili geochemici a geofysikové v posledních letech chemickou stupnici času pro celý vesmír.



Tyto nové hodiny určily, že stáří naší planety poněkud převyšuje 3—4 tisíce milionů let — dělí nás tři nebo čtyři miliardy let od té chvíle v historii vesmíru, kdy se v hvězdné kupě kosmu zrodil náš sluneční systém a od slunce se oddělily jednotlivé planety, mezi nimiž byla i naše Země jako roztavená masa par a plynů. Více než dvě miliardy let nás dělí od vzniku tvrdé zemské kůry — to je druhý důležitý okamžik v dějinách Země, počátek její geologické historie. Od zrození života uběhla nejméně miliarda let. Před 500 miliony let byly na př. položeny základy tmavomodrým kambrickým usazeninám.

V prvním období, které trvalo tři čtvrtiny celé geologické historie Země, porušily mnohokrát mohutné hlubinné procesy klid dosud tenké zemské kůry. Roztavené masy se vylévaly na povrch, prosycovaly ji svými horkými výpary, stlačovaly ji a vršily do hřbetů. Geochemikové a geologové už zjistili nejstarší horská pásma Země; v Karelii je nazvali Bělmoridy a spojili je s nejstaršími žulami manitobskými v Kanadě. Stáří těchto horských pásem je okolo 1.700.000.000 let. (Podle novějších výzkumů Ahrensových r. 1947 bylo stáří těchto hornin určeno na ca 2100 milionů let. Pozn. překl.)

Potom začala dlouhá historie vývoje ústrojného světa. Nebudu se zabývat postupným vznikem a vývojem jednotlivých druhů, podám jen tabulku o stáří Země. Na této tabulce vidíme, jak dlouho trvaly jednotlivé geologické epochy.

Tak na př. asi před půl miliardou let se zvedly na severu Evropy mocné hřbety Kaledonské, po 200—300 milionech let se navršila horská pásma Uralu a Ťan-Šanu, v období 25—50 milionů let vznikla alpská pohoří, dohasínaly poslední záchvaty kavkazských vulkánů a zvedaly se vrcholy Himálaje.

Pak začala předhistorická doba. Milion let nás dělí od začátku ledové doby; před půl milionem let se objevil první člověk, před 25.000 lety skončila ledová doba, před 10.000—8000 lety byly počátky egyptské a babylonské kultury; před 1900 a několika lety začátek našeho letopočtu.

Uběhne ještě mnoho let, než se podaří vědcům nařídít přesně své obdivuhodné hodiny. Ale metoda je nalezena. Jedna z hádank časů je rozřešena a není pochyby, že už brzy dokáže chemik přechist v každém druhu kamene, jak je starý a určí přesný počet let od doby jeho vzniku.

Chemici! Přestali jsme věřit v neproměnnou věčnost vašich atomů; vše plyne, vše se mění, vše se rozpadá a tvoří znovu, jedno hyne, jiné se rodí — tak plyne v čase historie chemických procesů.

Dokonce i smrt atomu dovedl člověk obrátit ve zbraň poznání světa a udělal z ní etalon, přesnou míru času.

Prvky v přírodě

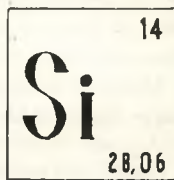
KŘEMÍK — ZÁKLAD ZEMSKÉ KŮRY

Prvek křemík a nerost křemen

Jedna z balad Žukovského vypráví, jak přijel nějaký cizinec do Amsterdamu a vyptával se kolemjdoucích, komu patří obchody, domy, soudy a panství — a na všechno dostával stejnou odpověď: „Kan-nit-ferštan“. „Ten je asi bohatý“, říkal si cizinec a záviděl onomu člověku nevěda, že toto slovo znamená holandsky: „nerozumím“.

Na tuhle historku si vždycky vzpomenu, když se mluví o křemenu. Ukazují mi nejrůznější předměty: průzračné koule, jiskřící na slunci čistotou chladné pramenité vody, krásný pestrobarevný achát, jasnou hru mnohobarevého opálu, čistý písek na mořském břehu, nitku z taveného křemene, jemnou jak hedvábí, ohnivzdornou nádobu, skvěle vyhraněné druzy křišťálu, tajemný obrázek fantastického jaspisu, zkamenělý strom, změněný v křemen, hrubě opracovanou špičku šípů pračlověka — vše to, ať se zeptám na cokoli, je z křemene a z nerostů s podobným složením. Všecko je stále táž sloučenina křemíku a kyslíku — SiO_2 .

Při slově „křemík“ si nejčastěji vzpomene na křemen, který každý zná jako nerost už od dětství: tvrdý kámen, vydávající jiskry při úderu o ocel, kterého se užívalo k zapalování prachu u starých



pušek s křesadlem. Jenže nerost křemen není křemík chemiků, je to jedna — a to právě nejdůležitější — sloučenina křemíku. Sám křemík je znamenitý prvek, jehož atomy jsou daleko rozšířeny kolem nás v přírodě i v technických produktech.

Křemík a kysličník křemičitý

V žule je asi 80 % kysličníku křemičitého, to jest 40 % prvku křemíku. Z jeho sloučenin je vybudována většina tvrdých skalních hornin. Porfyr Leninova mausolea na Rudém náměstí i krásné pestré žuly, jimiž je obložen hotel „Moskva“ a tmavomodré blýskavé oči labradoritu v základech domů v moskevské ulici Dzeržinského — zkrátka všechny tvrdé a pevné horniny země jsou složeny více než ze třetiny z křemíku.

Křemík je hlavní složkou prosté hlíny. Převážně z něho sestává obyčejný písek říčních břehů, vrstvy pískovců a opuk. Není tedy divu, že asi 30 % veškeré váhy celé naší zemské kůry je vybudováno z tohoto prvku, že do hloubky 16 km připadá v ní zhruba 65 % na jeho hlavní sloučeninu s kyslíkem, chemiky nazývanou kysličníkem křemičitým, a které my nejčastěji říkáme křemen. Známe více než 200 rozličných typů přírodního kysličníku křemičitého, a mineralogové používají přes 100 názvů při vypočítávání různých druhů tohoto důležitého nerostu.

Mluvíme o kysličníku křemičitém, kdykoli jmenujeme křemen, křišťál, mluvíme o něm, jsme-li nadšeni krásou fialového ametystu, pestrého opálu nebo rudého achátu, černého onyxu či šedavého chalcedonu, patří sem i krásné odrůdy jaspisu, brusičský kámen a prostý písek. Jednotlivým druhům se dávají nejrozličnější názvy, a bude možná zapotřebí samostatné vědy, abychoh se vyznali ve sloučeninách tohoto neobyčejného prvku.

Ale v přírodě se setkáváme ještě s mnoha dalšími sloučeninami, kde se kysličník křemičitý slučuje s kysličníky různých kovů. Tak dostáváme tisíce nových druhů nerostů, jež nazýváme silikáty.

Člověk jich používá ve stavební a hospodářské technice, nejdů-

ležitější z nich — hlíny a živce — využívá k výrobě různých druhů skla a porcelánu, lije z nich skla do oken, křišťálové skleničky, vyrábí velkolepou oporu stavební techniky — beton, pevný jako pancéřová deska, staví valy nových autostrád, kryty z železového betonu pro závody, továrny, divadla a kluby.

Co se v ruce člověka může rovnat pevností a rozmanitostí vlastností křemíku a jeho sloučeninám?

Křemík ve zvířatech a rostlinách

Příroda však použila křemíku dávno předtím, než jej zužitkoval člověk pro svou techniku, pro život rostlin a živočichů. Tam, kde bylo potřeba postavit pevné stéblo pod klasem, hromadil se kyslíčnk křemičitý; víme, co je ho obsaženo v popelu prosté slámy nebo v lodyhách rostlin, jako přesličky, které pyšně rostly už v dávné geologické době kamenouhelné do výše několika desítek metrů v bažinatých nížinách, tak jako se dnes tyčí k nebi pevná stébla bambusu, bohatá na kyslíčnk křemičitý, v sadech Suchumy či Batumu. Přírodě se tu podařilo spojit pevnost mechanickou s pevností samého materiálu.

Ale pevnost stébla nemá jen ten praktický význam, že nedovoluje obilným klasům položit se pod náporu větru a deště.

V poslední době nabyla otázka pevnosti lodyh značné důležitosti u okrasných rostlin. Každodenně se převážejí květiny a okrasné rostliny v letadlech; aby se květiny nepomačkaly a aby se zpevnily lodyhy je třeba nasycovat půdu rostlin snadno rozpustnými solemi křemíku. Rostliny pohlcují kyslíčnk křemičitý zároveň s vodou a jejich lodyhy a stvoly se tak zpevňují.

Rostlinám je třeba pevného křemíku nejen na stébla a lodyhy. Drobné rostlinky — řasy rozsivky — budují své skořápky z kyslíčnku křemičitého; víme, že je na 1 krychlový centimetr křemeliny, tvořené skořápkami rozsivek, diatomaceí, třeba asi 5,000.000 těchto malinkých organismů.

Jednoduchá zvířátka — radiolarie — staví své něžné kostry

z tenoučkových jehliček kyslíčnicku křemičitého. Některé mořské houby také tvoří své tvrdé části z křemenných jehliček. Stovkami různých způsobů dovede příroda využít kyslíčnicku křemičitého, aby postavila pevnou oporu měkkým, nepevným buňkám.

Proč jsou sloučeniny křemíku tak pevné?

Naši vědci se pokoušeli v posledních letech pochopit, v čem je tajemství neobyčejné pevnosti křemíku v kostrách zvířat i rostlin, v tisících nerostů a hornin a v nejjemnějších výrobcích techniky a průmyslu.

Když oči roentgenologů pronikly do nitra křemíkových sloučenin, objevily se před nimi neobyčejné obrazy, které objasnily příčinu jejich pevnosti a záhadu jejich stavby.

Ukázalo se, že elementární křemík tvoří drobné atomy s nábojem — ionty, téměř čtyřikrát menší než $1/100,000,000$ část centimetru. Tyto drobné elektricky nabité kuličky se spojují s kuličkami kyslíku, které také mají elektrický náboj, ale jsou větších rozměrů. Výsledkem toho je, že se kolem každého z nich rozloží velmi těsně čtyři kuličky kyslíku, které se přimknou k sobě navzájem a vznikne zvláštní geometrický tvar, který se nazývá tetraedr, čtyřstěn. Čtyřstěny se spojují jeden s druhým podle různých zákonů a z nich vyrůstají velké složité stavby, které je velmi těžko stlačit nebo ohnout a v nichž je neobyčejně obtížné odtrhnout atom kyslíku od středového atomu křemíku. Dnešní věda ukázala, že jsou možné tisíce takových sdružení čtyřstěnů.

Spojení čtyřstěnů jedněch s druhými a s atomy kovů závisí na jejich vzájemném poměru: když je tetraedrů málo, spojují se jen pomocí atomů kovů: železa, hořčíku, draslíku, vápníku a p. Tvoří se velmi pevné struktury. (Na př. nerosty olivín a granát.)

Je-li křemíku mnoho, spojují se čtyřstěny mezi sebou přímo. Spojí-li se ve dvou rozích ze čtyř, které tetraedr má, dostaneme

řetízky, kolečka nebo proužky. Tuto skupinu jmenujeme metasilikáty.

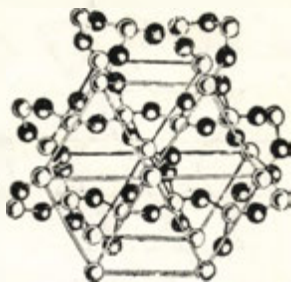
Je-li křemíku ještě více, tu se jeho čtyřstěny spojují s třemi sousedními a tak vzniká křemenná destička: atomy kovů, obyčejně s vodou, jako jsou hydráty hořčíku, hliníku, železa — umístí se v destičkách a dostáváme dobře známé listovité nerosty: mastek, slídu, chlority.

Konečně, jsou-li všechny čtyři kyslíky křemenného čtyřstěnu vázány navzájem s ostatními tetraedry, není už pro kov místo a dostaneme stavby nesčetných druhů křemene, jako je na př. tridymit nebo kristobalit.

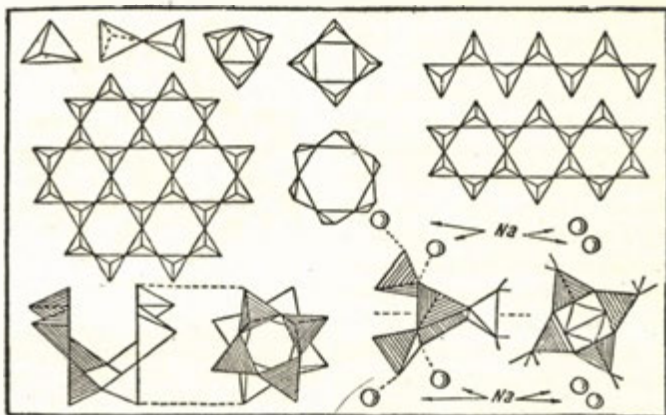
Jestliže však některé z čtyřstěnů mají v centru ne křemík, ale trojmocný hliník, bor nebo železo, ukáže se, že volné vazby čtyřstěnů nejsou jen čtyři, nýbrž že je jich pět, a tu vznikají kostry, v jejichž středu se umístí atomy kovů — draslík, sodík, vápník. Tak jsou stavěny živce, nefeliny a jiné důležité nerosty.

Podobně jako uhlík tvoří s vodíkem statisíce různých sloučenin ústrojně chemie, tak tvoří křemík s kyslíkem tisíce staveb v neústrojně chemii, jejichž složitost odhalují Roentgenovy paprsky. Nejenže se kysličník křemičitý těžko mechanicky rozbíjí a odolává i ostrému ocelovému noži, ale je odolný také chemicky, takže ho nemůže rozložit žádná kyselina a rozpustí ho jenom trochu silný louh, tvoře s ním nové sloučeniny. Taví se jen ztěžka, teprve při 1600—1700°.

A tak nás nepřekvapuje, že kysličník křemičitý a jeho různé formy jsou základem celé neústrojné přírody. Dnes vznikla celá věda o chemii křemíku; s křemíkem se setkává na každém kroku geolog, mineralog, technik i stavitel.



Poloha atomů křemíku (bílé kuličky) a kyslíku (černé) v krystalu křemene. Atomy kyslíku vážou vždy 2 atomy křemíku. Kostrovitá struktura.



Různé způsoby spojení křemíkokyslíkových tetraedrů — prosté tetraedry, dvojité (pískové hodiny), prstény, řetězky, pásy a ploché sítě z šestibokých prstců. Ve spodní řadě kresby — pohled ve dvou projekcích kostrovitých struktur: živce a natrolitu (nerost ze skupiny zeolitů).

Historie křemíku v zemské kůře

Na jednotlivých případech si teď objasníme osudy křemíku v kůře zemské. V zemských hlubinách tvoří zároveň s kovy základ žhavého magmatu. Utuhne-li magma ve hloubce, vzniknou krystalické horniny: žula, gabro — nebo se vyleje na povrch v proudech lávy, čedičů a jiných výlevných hornin, vznikají pak složité sloučeniny kyslíčnicku křemičitého, silikáty. Při nadbytku křemíku se objeví i čistý křemen.

Hle, tu jsou: kratičké krystaly křemene v granitových porfyrech, husté nahnědlé krystaly v pegmatitových žilách — posledních zbytečně roztavené hmoty zemských hlubin. Takovou záhnědu musíme opatrně zapéci do chleba nebo zahřát na 300—400°, abychom dostali „nazlátlý topas“, který je možno

vsadit do špendlíku nebo brože. (Název ten není ostatně právě přesný — je to prostě křemen, SiO_2 , a ne pravý topas, který má složitější stavbu, na níž se účastní křemík, hliník a fluor s kyslíkem: $\text{Al}_2\text{F}_2(\text{SiO}_4)$).

Tady jsou křemenné žíly z masivního bílého křemene. Víme, že některé z nich se táhnou v Americe a v Německu celé stovky kilometrů. Velkolepé křemenné žíly se tyčí jako majáky na hřebenech Uralu. I tu se táhnou mnoho set kilometrů úžasné žíly, jejichž dutinky jsou vyplněny průzračným křišťálem. Jsou to ony čisté, průzračné odrůdy křemene, o nichž psal už řecký filosof Aristoteles a dal jim název „krystaly“; jejich původ spojoval se zkamenělým ledem. Je to též křišťál, který se dobýval už v XVII. století z přírodních jeskyní švýcarských Alp; z některých jeskyní se dobývalo až 500 tun křišťálu — na 30 vagonů!

Jednotlivé krystaly dosahují někdy velkolepých rozměrů. Na Madagaskaru byl objeven křišťál, jehož krystal měl v objemu 8 metrů. Japonci vybrousili z průzračného křišťálu z Birmy kouli, která má průměr větší než metr a váží přes tunu.

Jiný druh kysličníku křemičitého, na pohled zcela odlišný od prvního, tvoří se v roztavené lávě, kdy se srážejí horké páry kysličníku křemičitého v žilách nebo dutinách a vznikají tak v množství celé bochníky a geody krystalů. Když se pak hornina rozpadá, objevují se v ní ohromné koule o průměru až jednoho metru.

Ve státu Oregon v USA jim říkají „obří vejce“. Rozbíjejí je na kousky a pak vybrousí do tenkých destiček, aby dostali překrásné vrstevnaté acháty, které jsou surovinou pro „kameny“ do hodinek i jiných přesných strojů, pro hranolky do vah a na třecí misky do chemických laboratoří. Jindy se dostává kysličník křemičitý na povrch země v souvislosti s dohasínající sopečnou činností, v teplých pramenech. Tak se usazuje neušlechtilý opál u islandských geysirů, nebo velké množství „geysiritu“ v Yellowstone rezervaci v USA.

Oslnivě bílé písky přesypá na baltickém pobřeží a na pobřeží

severních moří, miliony čtverečních kilometrů písčných pouští Střední Asie a Kazachstanu — všechen tento písek, který buduje mořské pobřeží i vnitrozemské pouště, je křemitý písek, tu s povlakem červených kysličníků železa, jinde s převládajícím černým křemenem, tam zas čistě bílý, omývaný mořskou vodou.

Hle — ozdobné předměty z křišťálu. Jemný čínský umělec opracoval křišťál různými škrabátky a smirkovým práškem do fantastických tvarů. Kolik desítek let obětoval na to, aby vzbrousil vázičku, pohádkového dráčka nebo flakon na růžový olej?

Hle — achátová destička, zbarvená různými barvami. Dovedný člověk se naučil nasycovat achát různými roztoky a z šedého nevzhledného kamene vytváří čisté, jasně zbarvené tvory.

Hle — tu je ještě úžasnější obraz: zkamenělé stromy dávných lesů v Arizoně. Na západě Ukrajiny, stejně jako v permských vrstvách západních svahů Jižního Uralu leží kamenné stromy, celé pně čistého kysličníku křemičitého — achátu.

Hle — kámen, jehož měnivé barvy se lesknou jako aksamit a připomínají ohnivé záblesky očí kočky nebo tygra. Hle — tajemné krystaly, v jejichž nitru prosvítají jako prelud jakési jiné krystalky. Hle — ostré rudožluté jehlice rutilu protínají v různých směrech krystaly křišťálu — „střely Amorovy“. Hle — jemná nazlátlá plst krystalků — „Venušiny vlasy“. Hle — podivuhodný kámen s dutinkou uvnitř, která je téměř všeska zaplněna vodou. Voda se přelévá a hraje uvnitř křemité schránky.

Hle — nepravděpodobně zprohýbaná rourka, vytvořená bleskem v křemitém písku, kde vznikl roztavením fulgurit, „střela nebes“ či „hromová střela“, jak se mu lidově říká. A tu je kámen z cizího světa. Přes Australii, Indočínu a Filipiny se táhne mohutný pás, v jehož jednotlivých úsecích nacházíme zvláštní meteority ze zeleného či hnědého skla.

Kolik sporů vzniklo pro tyto tajemné útvary! Jedni mysleli, že to jsou zbytky roztaveného skla pračlověka, druzí se domnívali,

že to je roztavený zemský prach, třetí měli za to, že je to roztavený písek, do něhož padala meteorická železa, ale většina vědců se kloní k názoru, že to jsou skutečně části jiných světů... (Podobná meteorická skla — vltavíny — se vyskytují i v Čechách a na Moravě — pozn. překl.)

Křemík a křemen v dějinách kultury a techniky

Na předešlých stránkách jsem se pokusil vykreslit čtenářům složité osudy křemene, kysličníku křemičitého a jejich sloučenin. Počínaje žhavým magmatem a konče chladným zemským povrchem, počínaje kosmickými prostory a konče pískem, kterým se při náledí sypou chodníky — všude se setkáváme s křemíkem a kysličníkem křemičitým, všude jsou silikáty a křemen z nejpodivuhodnějších a nejrozšířenějších nerostů světa.

Tím by bylo možno skončit příběhy křemene, kdybych nechtěl mluvit ještě o tom, že křemen měl ohromný význam v dějinách kultury a techniky. Ne náhodou začal pračlověk vyrábět své první zbraně z křemene nebo jaspisu. Ne náhodou byly tvořeny první ozdoby na nejstarších stavbách Egypta a v památkách sumerské kultury v Mesopotamii hlavně z křemene. Ne náhodou se naučili už 12.000 let před začátkem našeho letopočtu na Východě tavit písek se sodou a tak získávat sklo.

Křišťálu bylo mnoho používáno u Peršanů, Arabů, Indů, Egyptanů, a máme důkazy, že opracování křemene existovalo už pět a půl tisíce let před naší érou.

Po mnohá staletí pokládali staří Řekové křišťál za zkamenělý led, který byl božskou silou změněn v kámen.

K tomuto kameni se vztahuje mnoho fantastických historek. V biblických vyprávěních se mu přikládal velký význam. Při stavbě skvělého Šalamounova chrámu v Jerusalemě, jak to popsal nádherně Lion Feuchtwanger v románu „Válka Židovská“, měl tento kámen velkou úlohu pod různými jmény: achát, amethyst, chalcedon, onyx a podobně.

V polovině XV. století vznikl první průmysl na opracování tohoto kamene. Naučili se jej pilovat, brousit, barvit a široce využívat pro různé ozdoby. Byly to ojedinělé pokusy jednotlivých mistrů, ne hromadná výroba, dokud nám neukázala moderní technika širší upotřebení. Teď se používá křišťálu v průmyslu a radiotechnice, na jemné destičky piezo elektrické, které zachycují ultrazvukové vlny a mění je v elektrické vlny.

Křišťál se změnil v důležitou surovinu našeho průmyslu.

Místo flétny a samovaru, vybroušených z křišťálu a uložených v uměleckém museu ve Vídni a Museu nástrojů v Moskvě, jsou tu teď tenounké křemenné destičky pro radia, jež přispívají k jednomu z největších objevů lidstva — vysílání elektromagnetických vln na velké vzdálenosti.

Brzy budou už chemici vyrábět čistý křišťál v ohromných nádržích s roztaveným sklem, kde budou na tenkých platinových drátkách narůstat krystaly křišťálu, tenké destičky pro radia a snad i sklo do našich oken a na nádobí.

I životodárné ultrafialové paprsky sluneční, které jsou zadržovány obyčejným sklem, budou pronikat do našich pokojů. Budeme mít nádobí z taveného křemene a křemenné koflíky, rozžhavené na plotně, budeme moci dávat bez nebezpečí do studené vody.

Z nejtenčích křemenných vláken, tak jemných, že teprve 500 nití by dalo sílu zápalky, se budou tkát jemná tkaniva na šaty a křemen oblékne člověka tak, jako dnes buduje něžné skořápky radiolaríí.

Křišťál se stal základem nové techniky; neužívá ho jen geochemik jako teploměru na určení teploty zemských pochodů, nebo fysik na měření délky elektrických vln — otvírají se nám vábné nové perspektivy v rozličných oblastech průmyslu a brzy bude křemen denní potřebou našeho všedního života.

Krystalografický ústav Akademie Nauk SSSR dostal tyto laboratorní výrobky: skleněnou dýhu, stuhu, brousky, lehkou skleněnou penu ze vzdušných bublinek, uzavřených ve skleně-

ných blankách. Skleněná pěna je na výrobu záchranných pásů, na izolaci a plováky a na řadu jiných věcí.

První skleněné tkaniny byly získány v SSSR v r. 1939 a v r. 1941 bylo dáno do provozu celé oddělení Závodu pro výrobu křišťálových tkanin. Skleněné tkaniny nehoří, jsou chemicky odolné, nevodí elektřinu a teplo, špatně vodí zvuk, nepropouštějí vlhko. Je to skvělý materiál na izolaci, zvláště na lodních stavbách, na filtry, na projekční plátna biografů, na divadelní opony a dekorace, na požární úbory atd. Skleněné nitě jsou ideálním materiálem pro chirurga.

Čím lépe poznají chemici a fyzikové atomy křemíku, tím dříve napíší jednu z nejohromnějších stránek v dějinách vědy a techniky, v historii celé Země.

UHLÍK — ZÁKLAD VŠEHO ŽIVÉHO

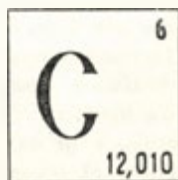
Kdo by neznal drahocenný diamant, zářící všemi barvami duhy, nebo šedou tuhu či černý kus uhlí? To vše jsou jen různé formy prvku uhlíku.

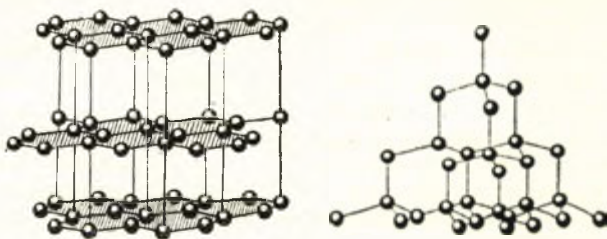
Poměrné množství uhlíku na Zemi není velké: tvoří 1 % váhy zemské kůry. Ale jeho úloha v chemismu Země je ohromná. Bez uhlíku není možný život.

Hle, jak je uhlík rozšířen v různých částech zemské kůry:

v živých organismech	700	miliard tun
v půdě	400	" "
v rašelině	1.200	" "
v hnědém uhlí	2.100	" "
v kamenném uhlí	3.200	" "
v antracitu	600	" "
v sedimentech	4,576.000	" "

Všeho uhlíku je v zemské kůře 4,584.200 miliard tun. K tomu nutno přidat 2.200 miliard tun v ovzduší a 184.000 miliard tun ve vodě oceánů.





Poloha atomů uhlíku v diamantu (vlevo) a v tuze (vpravo). V diamantu je každý atom obklopen čtyřmi atomy uhlíku v různých vzdálenostech (tetraedr). Tuha má atomy ve vrstvách, spojení atomů mezi vrstvami je zeslabeno.

Představme si jen na okamžik, jak by vypadala Země bez uhlíku. Vždyť to znamená, že by nebylo jediného zeleného lističku, ani stromu, ani trávy. Nebyla by tu ani zvířata. Jen holé útesy různých hornin by trčely z neživých písků a mlčelivých pouští Země. Nebylo by uhlí ani nafty, nebylo by kyslíčnicku uhlíkatého a podnebí na zemi by proto bylo daleko drsnější a chladnější. Také vody by byly mrtvé. Nebyl by tu ani mramor ani vápenec, který zdobí svou bělostí naše kraje.

Rozdíly ve vlastnostech jednotlivých těles se snažíme vysvětlit jejich složením. A zatím — jak se liší skvěle jiskřící diamant od obyčejné tuhy, kterou píšeme! Oba jsou jen různé druhy čistého uhlíku. Jejich rozdílné vlastnosti jsou způsobeny různým rozložením atomů v krystalech.

V krystalech diamantu jsou atomy stlačeny jeden ke druhému. To má za následek značnou specifickou váhu, tvrdost — největší, jakou dosud známe — a zvláště vysoký index lomu.

Diamant se může vytvořit z roztavené horniny jen při ohromných tlacích, dosahujících 30 nebo dokonce 60 tisíc atmosfér.

Takové tlaky existují jen v hlubině 60—100 km pod povrchem. Horniny z takových hloubek pronikají jen velmi zřídka na denní světlo a tak si vysvětlíme, proč je diamant tak vzácný. Je ceněn

pro tvrdost, hru barev a je prvotřídním drahokamem. Vybrusený se nazývá brilliant.

V dávných dobách byla Indie proslavena diamanty z diamantových polí. Pak byla objevena diamantová pole v Brazílii v r. 1727, v Africe r. 1867 a také v Sovětském svazu. Hlavní množství diamantů se dnes dobývá v afrických polích v údolí Vaalu, pravého přítoku Oranžské řeky, a Kasai, přítoku Konga.

Nejdříve je dobývali v diamantových polích na dně údolí, ale brzy objevili, že jsou v modravé hlíně strmých kopců daleko od řeky. Začali kutat modravou hlínu, nastala „diamantová horečka“. Kupovali kusy půdy o rozloze 3×3 m za ceny milionkrát vyšroubované a kopali jámy do ohromné hloubky. V jamách se lopotili lidé jako mravenci a dobývali horninu. Na vyvážení drahocenné hlíny byly postaveny lanovky.

Jenže v nevelké hloubce přešla hlína v tvrdou horninu — zelený kimberlit. V něm byly také diamanty, ale dobývání bylo obtížnější a drobní vlastníci ztroskotali. Po nějaké době klidu byly práce obnoveny, jenže v šachtách ohromných akciových společností.

Hornina s diamanty sahá do zemských hlubin, vyplňuje jícný, vzniklé v době sopečných výbuchů. Takových sopečných jícnů je známo patnáct, největší z nich má rozměry 350 m v průměru, ostatní 80—100 m.

Diamanty jsou v kimberlitu roztroušeny v jemných zrnečkách o váze menší než 100 miligramů (t. j. půl karátu). Někdy se však najdou i velké kameny. Po dlouhou dobu byl největším „Excelsior“ s 972 karáty — 194 gramy. V roce 1906 našli ještě větší, nazvaný Cullinan, o váze 8025 karátů neboli 605 g. Kameny větší než 10 karátů jsou vzácné a mají velkou cenu. Nejkrásnější brillanty váží 40—200 karátů.

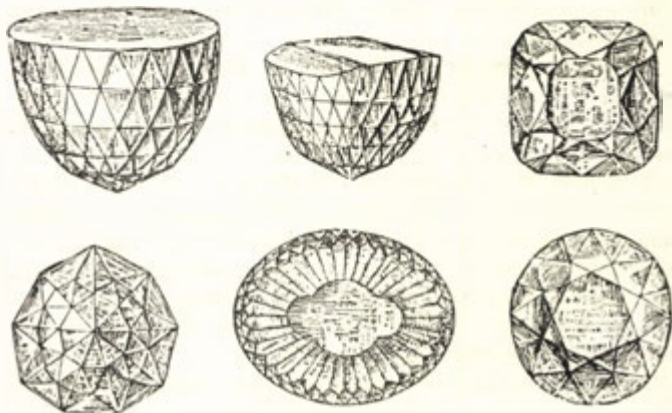
Ale i diamantová drť a černá odrůda — „karbonado“ nebo diamantové kuličky „bollas“ mají značnou cenu; používají se v technice při vrtech. Větší kameny se upotřebují na průvlacích pro výrobu molybdenových drátků do žárovek.

Také tuha je uhlík — ale má docela jiné vlastnosti než diamant. Atomy se tu snadno oddělují jeden od druhého v celých ploškách, tuha je neprůsvitná a má kovový lesk, je měkká, snadno se rozpadá na lístečky a zanechává stopu na papíře. Slučuje se těžko s kyslíkem a snáší dobře vysoké teploty — je skvěle ohnivzdorná.

Její původ je dvojí. Vzniká buď rozkladem kyslíčnatku uhličitého, který uniká z magmatu při sopečných výlevech, nebo přeměnou kamenného uhlí. Skvělé naleziště prvního typu je na hřebetě Botogolu v Sibiři. Ve zchladlé vyvřelině — nefelinickém syenitu — leží čočky čisté tuhy.

A jinde v Sibiři, v kotlině Jeniseje, leží v destičkách ohromné zásoby tuhy, která vznikla z kamenného uhlí a má hodně popela.

Tuhy používáme denně při psaní tužkou. K jejímu zhotovení se tuha mísí s čistou hlinou v různém poměru: na tvrdé tužky se jí bere málo, na měkké více. Pak se lisují tyčinky a vkládají do dřevěných obalů.



Největší brilianty světa: „Veliký mogul“ — nepracovaný vážil 780 karátů, „Orlov“ — váha 194 karátů, „Regent“ — 137 karátů, „Florentin“ — 140 karátů, starý a nový výbrus briliantu „Koh-i-noor“ (186—106 karátů).

Na to se však spotřebuje pouze 5 % dobyté tuhy. Hlavní množství jde na výrobu ohnivzdorných kelímků pro tavení ušlechtilé oceli, na elektrody elektrických pecí, na mazání ložisek těžkých mechanismů (na př. lisů) a na sesypávání hliněných forem na odlévání kovových součástí strojů.

Chemické vlastnosti uhlíku jsou opravdu výjimečné. Je jediný z prvků, který dává s kyslíkem, dusíkem, vodíkem a jinými prvky nesčetné množství sloučenin. Mnohé z těchto sloučenin uhlíku — organických sloučenin — tvoří nejrůznější složité bílkoviny, tuky, uhlovodany, vitaminy a četné jiné sloučeniny, které tvoří součást živých tkání.

Už název organické sloučeniny ukazuje, že se člověk seznámil se sloučeninami uhlíku nejprve v tkáních rostlin a živočichů, na př. s cukrem, škrobem, a pak se naučil vyrábět mnohé z nich uměle.

Dnes známe v organické chemii, která se zabývá chemismem uhlíku a jeho sloučenin, jejich syntesou a analysou, více než milion ústrojných sloučenin. Na srovnání možno uvést, že neústrojných sloučenin, vytvořených v laboratořích, je sotva více než 30.000 a přírodních neústrojných sloučenin — minerálů — je méně než 3000.

Je jich tak mnoho, že dostávají stále delší a delší složitá jména, na př. známý lék proti malarii akrichtin má plný název: „metoxy-chlordiethylaminoethylbutylaminoakrichtin“.

Díky vlastnosti uhlíku tvořit nesčíslné sloučeniny vzniklo všecko bohatství a rozmanitost druhů rostlinných a živočišných, jejichž počet je několik milionů. A nadto — jsou třeba dva exempláře téhož rostlinného druhu naprosto stejné? Jen se podívejte — nejsou!

To však neznamena, že uhlík tvoří základní stavivo živých organismů, či — jak říkáme v geochemii — živé hmoty. Uhlíku je asi jen 10 %, všechno ostatní zaujímá převážně voda, které je 80 %, a pak ostatní prvky, které se účastní stavby živých těl.

Díky tomu, že se organismy živí, vyvíjejí a množí, obíhá ohrom-

né množství uhlíku v koloběhu organických látek živé přírody. Mnohokrát jste jistě viděli, jak se z jara potáhl rybník blankou sinic, řas a jiných rostlin, jak se ony rostliny v létě plně rozvinuly a k podzimu zhnědly a spustily na dno rybníka, kde tvoří bahno, bohaté ústrojnými látkami. Tak nějak vzniklo — jak uvidíme později — uhlí a nafta.

Zbývá ještě otázka, odkud berou organismy uhlík a v jaké formě? Pramenem je kysličník uhličitý. Všichni známe, že kysličník uhličitý je plyn. Vidíme jej v bublinkách sodovky. Ještě zajímavější je kysličník uhličitý v přírodních kyselkách — v minerálních uhličitých pramenech bublá uvolněný kysličník tak, že to vypadá, jako by voda byla ve varu. Člověk zužitkoval tyto vody na léčení; postavil na př. na Kavkaze kolem těchto přírodních zdrojů sanatoře a vodoléčebné ústavy.

Na Urale byste však takové teplé prameny s kysličníkem uhličitým nenašli. Geochemie vysvětluje tento rozdíl vod kavkazských a uralských tím, že Ural vznikl značně dříve než Kavkaz, a proto už tam dávno pohasl hlubinný žár, horniny dávno vychladly.

Na Kavkazu se ještě udržuje ve značné hloubce žár. Proto se vlivem tepla částečně rozkládají uhličitě horniny, jako křída a vápenec, které jsou v blízkosti žhavého ohniska a uvolňují kysličník uhličitý. Ten vystupuje zároveň s minerální vodou podél trhlin na povrch.

Jsou známy případy, kdy je podzemní proud kysličníku uhličitého tak mohutný, že se kolem jeho vývěru tvoří mlha a tuhé krystalky kysličníku uhličitého. Podobný tuhý kysličník uhličitý z přírodních vývěrů používají v Americe k technickým účelům jako suchý led. Ohromné množství kysličníku uhličitého vyvrhují činné sopky, jako Vesuv, Etna, Katmai na Aljašce a j. Z plynů, které se řinou z vulkánů, je nejhojnější právě kysličník uhličitý.

Mnoho kysličníku uhličitého uvolňují živočichové dýcháním. Povrch plicních komůrek tvoří na př. u člověka 50 čtverečních

HLOUBKOVÉ OBLASTI		STABILNÍ ÚTVARY
Zemský povrch (biosféra)	CH_4 → Živá hmota → Uhličitany (vápenec) Plyny → CO_2	Uhlhydrátů Živá hmota Kysličník uhličitý Uhličitany
Oblast metamorfovaná	CH_4 → Bituminozni břidlice, uhlí, nafta, pryskyřice → CO_2 → Uhličitany (mramor)	Kysličník uhličitý Uhličitany Grafit
Oblast hlubinná	CH_4 → Grafit CH_4 → Karbidu (železa) CO → Diamant CO_2 → Křemité uhličitany	Kysličník uhličitý ² (Grafit) Diamant Železo Karbidy Fe, Ni a j

Géochemický oběh uhlíku

metrů; za 24 hodin vydýchá člověk průměrně 1,3 kg kyslíčnicku uhličitého. Při tom je vykonána dýchacím ústrojím práce 20.000 kilogrammetrů. Celé lidstvo vydýchá denně do atmosféry Země zhruba jednu miliardu tun kyslíčnicku uhličitého.

A nakonec — pod zemí najdeme gigantické zásoby kyslíčnicku uhličitého, vázaného na vápence, křídly a jiné horniny, které tvoří mocné vrstvy o stovkách či dokonce tisících metrů.

Kdybychom mohli vrátit do atmosféry všechno toto množství kyslíčnicku uhličitého, které je vázáno v uhličitanech vápenatém a hořečnatém, bylo by ve vzduchu ne 0,03 %, jako teď, nýbrž 25.000krát více kyslíčnicku uhličitého. Vzrostl by na 50 % a atmosféra by byla dva a půlkrát těžší než dnes.

Teď už známe zdroje uhlíku a víme, odkud se dostal kyslíčnick uhličitý do ovzduší. Část se dostane do vod světového oceánu. Ze vzduchu a vody čerpají kyslíčnick uhličitý rostliny. Podle toho, jak ubývá kyslíčnicku ve vodě, je pohlcován ze vzduchu nový. Povrch oceánu je tu vlastně ohromným čerpadlem, který jímá a pohlcuje kyslíčnick uhličitý.

První vstup kyslíčnicku uhličitého v okruh života obdařuje

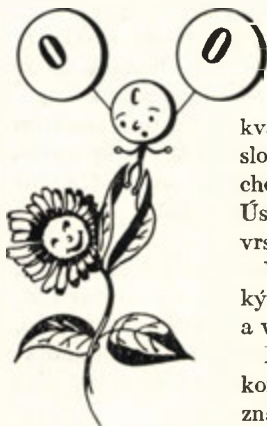
rostlinstvo. Hlavně listy zelených rostlin loví za přispění světla kyslíčník uhličitý a proměňují jej ve složité ústrojné sloučeniny. Tomuto postupu říkáme fotosynthesa; děje se za účasti světla a zeleného barviva rostlin — chlorofylu. Jeho velký význam v přírodě nejprve ujasnil a podrobně prostudoval geniální ruský vědec Kliment Arkadjevič Timirjazev. Všecky rostliny se tak snaží zachytit co nejvíce kyslíčníku uhličitého z atmosféry. Jeho nedostatek se však doplňuje uvolňováním z vodních nádrží a pomocí živočichů.

Výsledek fotosynthesy je ohromné množství ústrojných látek rostlinných pletiv. Rostliny jsou potravou živočichů a tak zabezpečují jejich existenci a vývoj. Doplňme-li ještě, že se nafta a uhlí tvoří z odumřelých organismů, vyvstane teprv celý geochemický význam poutání kyslíčníku uhličitého rostlinami či fotosynthesy v plné šíři. Na světě není v ohledu geochemickém důležitější reakce, než je fotosynthesa rostlin.

Říkali jsme už, že se vytvořením kyslíčníku uhličitého a ústrojných sloučenin v rostlinách a později i živočišných nekončí koloběh uhlíku. Organismy hynou, jejich těla se hromadí ve velkém množství v bahnech rybníků, jezer a moří, ve vrstvách rašelin. Těla organismů ve vodě kvasí a hnijí. Bakterie mění pronikavě složení organických tkání. Nejlépe se uchovává buničina, lignin v rostlinách. Ústrojné zbytky jsou pokrývány postupně vrstvami písku a hlíny.

Vlivem tepla a tlaku i složitých chemických procesů dávají pak podle materiálů a vnějších podmínek vznik uhlí a naftě.

Pevný ústrojný uhlík, který je konec konců výsledkem uhelnatění rostlin, je znám ve třech formách: jako antracit, kamenné a hnědé uhlí.



Na uhlík nejbohatší je antracit. Mikroskopický rozbor dokazuje jeho rostlinný původ. Kamenné i hnědé uhlí ukazují rostlinný původ již prostému oku. Jsou totiž vrstevnaté a na vrstevnících plochách nacházíme otisky listů, výtrusů a semen. Každý kousek uhlí je částí onoho množství uhlíku, které bylo kdysi pohlceno v podobě kyslíčnicku uhličitého rostlinami za využití slunečních paprsků pomocí chlorofylu.

Sluneční paprsek, zachycený rostlinou a přeměněný nejprve v složité rostlinné pletivo, a pak postupně obměňovaný postupem pozvolného rozkladu, uchoval se v tom kousku uhlí. „Zachycený sluneční paprsek“ — říká se o kamenném uhlí. Jeho teplem se zahřívají kotle továren, závodů, parníků, jeho energie pohybuje kolosálními stroji, jeho těžba umožňuje gigantický rozmach dnešního průmyslu.

Denní těžba dává velkolepou cifru více než miliardy tun, což daleko převyšuje těžbu jakékoli jiné užitkové horniny. Podle zjištěných uhelných zásob je SSSR na druhém místě ve světě. Ale při vzrůstu našeho průmyslu stačí tyto ohromné zásoby jen asi na 100—200 let, proto musíme zkoumat dál hlubiny země, abychom zvýšili tyto cenné zásoby. Ale kamenné uhlí nám nedává jen teplo. Člověk dobývá z něho cenné zplodiny, jež daly základ uhelnému chemickému průmyslu. Anilinová barviva, aspirin, streptocid jsou získávány z prostého kousku uhlí.

Zatím co stěny rostlinných buněk ve tkáních se přeměnily v uhlí, mění se někdy rostlinné tuky ze semen v zemských vrstvách v naftu. Jsou to také sluneční paprsky, jenže zachycené v hořlavé tekutině, ještě cennější než uhlí.

Dnešní existence rychloloďí, aviatiky, automobilové dopravy je podmíněna naftou, vyčištěnou a destilovanou na čistý benzin.

Z některých druhů kamenného uhlí se sice podařilo vyrobit benzin uměle, ale množství vhodného uhlí není velké a jakost umělého benzínu je horší. V honbě za naftou vrtá člověk vrtné jámy do hloubky až čtyř kilometrů a vyssává ze země drahou cennou tekutinu — „černou krev země“.

Naftový vrt tryská několik let. Na povrchu země je to složitá stavba — těžební věž, vysoká 37—43 metry. Les věží naftového pole vypadá velmi efektně. Na Kavkaze, na západních svazích Uralu v Baškirii, ve střední Asii a na Sachalinu jsou taková naftová pole. Značná naleziště nafty jsou v Iránu, Mesopotamii a jinde ve světě.

Člověk využívá sluneční energie, zachycené uhlím a naftou, spalováním z nich získává teplo a mění je zase v kyslíčník uhlíčitý a vodu.

Podíváme se společně na osud onoho kyslíčníku uhlíčitého, který se uchoval v zemské kůře v podobě vápenců, křídý a mramoru. Především — jak vznikly? Na to je snadná odpověď. Stačí se podívat na docela malé množství křídového prášku pod mikroskopem. Najdeme tam celý svět drobnohledných zkamenělých zbytků organismů. Uvidíme množství koleček a hůlek, krystalků — často velmi jemných. Jsou to zbytky vápnitých skořápek drobnohledných organismů — kořenonožců. Některé z těchto druhů žijí dodnes v teplých mořích. Skořápky všech kořenonožců jsou budovány z uhličitanu vápenatého, a po smrti organismů tvoří celé horniny. Na budování hornin se neúčastní jen nižší, drobnohledné organismy, nýbrž i mnoho jiných živočichů, kteří mají skořápky z uhličitanu vápenatého. I ti se vyskytují ve vápencích.

Podle zbytků organismů dovedou odborníci určit dobu vzniku vápenců. Četné prastaré vápence se pod vlivem tlaku mění v mramory, a všechny stopy ústrojného života v nich zmizí. Kyslíčník uhlíčitý, který se v nich nakupil za mnoho milionů let, vyšel z koloběhu. Jenom když někde nablízku dojde k horotvorným pochodům a sopečné činnosti, může se znovu osvobodit vlivem žáru, a dostane se tak znovu do oběhu.

Nejnovější geochemické výzkumy nám umožňují zjistit zákonný poměr uhlí a nafty k celkovému množství vápenců v zemské kůře. Pomocí zvláště přesného spektrografu, kterým lze odlišovat isotopy jednotlivých prvků, bylo zjištěno, že poměr isotopů

C_{12} a C_{13} je v různých sloučeninách uhlíku různý. Tento poměr je nejmenší ve vápenném kalu mořské vody, ve vápencích a dolo-
mitech, které zřejmě vznikly v oceánech, a rovná se 89,2. V uhlí
a naftě je naopak nejvyšší 92,1. Jaký je průměr pro celý zemský
povrch? Můžeme říci, že průměrnou hodnotu bychom pravdě-
podobně našli v diamantech, které vznikly z uhlíku, roztaveného
v hlubinných horninách. A skutečně dává měření u diamantu
výsledek 89,5.

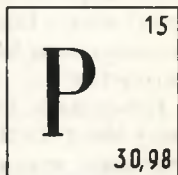
Označíme-li si množství vápenců jako x , množství uhlí a
nafty jako y , pak musí platit rovnice: $89,2x + 92,1y = 89,5$
($x + y$). Odtud pak: $x : y = 1 : 8,67$.

Pro každou geologickou dobu můžeme tedy odhadnout
množství vzniklého uhlí a nafty podle množství vápencových
hornin a naopak. Význam takových geochemických odhadů je
ohromný, i když se výpočty ukážou v praxi nepřesné.

FOSFOR — PRVEK ŽIVOTA A MYŠLENKY

Abychom pochopili historii tohoto neobyčejného prvku, poví-
me si dvě povídky. Jedna bude z dávných časů — z konce
XVII. století, druhá je moderní. Pak se pokusím o vývody
z těchto povídek, o pohádkovou historii fosforu, bez něhož by
nebylo ani života, ani myšlenky.

Temné sklepení, matně ozářené vysoko položeným oknem
s mříží. Pec spánví na uhlí a velký kovářský
měch, velké křivule. Na stěnách jsou rozlič-
né nápisy, arabské průpovědi, pentagramy,
astronomické výpočty, mapa hvězdné oblo-
hy a nebeských těles. Na stolech a na pod-
laze jsou rozloženy starobylé folianty v tlus-
tých kožených vazbách s nějakými nejas-



nými znaky, na podlaze velké mísy na roztírání solí, hromádka písku, lidské kosti, nádoby s „živou vodou“, na stole blýskavé kapky rtuti, tenké sklenky, křivule, žluté, hnědé, rudé a zelené roztoky...

A uprostřed všech těch předmětů dávné alchymické laboratoře postava stříbrovlasého alchymisty, který se po mnoho let odřekl světa. Snaží se přeměnit stříbro na zlato, využít tajemné síly plamene k tomu, aby přeměnil jeden kov na druhý.

Rozpouští prášky tisíce způsobů s lidskými kostmi, destiluje moč různých zvířat a lidí, hledá kámen mudrců, který udělá ze starých mladé a naučí vyrábět z prostého kovu zlato.

V takovém tajemném a složitém ovzduší se řešily chemické problémy alchymie XVII. století, ale marné byly pokusy dostat zlato ze rtuti nebo vyštěpit kámen mudrců z kostí. Prošla léta, pokusy neměly konce. Alchymisté zahalovali své laboratoře stále větším a větším tajemstvím, skrývajíce recepty a tlusté folianty zápisů.

A hle — v roce 1669 se jednomu z hamburských alchymistů podařil objev. Při hledání drahocenného kamene vzal čerstvou moč, destiloval ji do sucha a černý zbytek zahřál. Ohříval tento zbytek nejdříve opatrně, pak silněji — a ve zklamavce se počala nahoře kupit bílá látka, podobná vosku, která k údivu alchymisty svítila.

Alchymista, který se jmenoval Brand, tajil pečlivě a dlouho svůj objev a marné byly pokusy jiných alchymistů proniknout v jeho laboratoř. Mocní tohoto světa a princové se sjížděli do Hamburku a chtěli od něho odkoupit tajemství. Objev udělal velký dojem. Zajímaly se o něj největší mozky XVII. století v domnění, že byl nalezen kámen mudrců. Kámen svítil chladným, klidným světlem a sama látka dostala jméno phosphorus, což značí „nesoucí světlo“.

Robert Boyle, jeden z největších anglických chemiků, i Leibniz, velký filosof XVII. století, se zajímali o Brandův objev. Velmi brzy získal jeden ze žáků a asistentů Boylových v Londýně tak



Středověký alchymista ve své laboratoři

skvělé výsledky, že si dal dokonce vyhlášku do novin: „G., chemik v Londýně, bydlí v té a té ulici, připravuje různé léky. Kromě toho oznamuje všem, kdo mají zájem, že jediný

v Londýně může vyráběti fosfor různých druhů v ceně 3 liber sterlingů za unci.“

Až do roku 1737 zůstala výroba fosforu tajemstvím alchymistů. Marné byly jejich pokusy využít tohoto obdivuhodného prvku. Mysleli, že objevili kámen mudrců, snažili se pomocí svítícího bílého fosforu proměnit stříbro ve zlato — ale výsledků se nedočkali. Kámen mudrců neprozradil své pohádkové vlastnosti, a výbuchy, ke kterým někdy došlo, jenom lekaly badatele.

Fosfor zůstal tajemnou látkou a nemohl být využit. Uplynula téměř dvě staletí, než objevil znamenitý chemik Liebig ve stejné skromné laboratoři tajemství významu fosforu a kyseliny fosforečné v životě rostlin. Ujasnilo se, že sloučeniny fosforu jsou základem života na polích a po prvé v laboratoři agrochemika byla vyslovena myšlenka o tom, že je nutno rozprašovat na polích sloučeniny „chladného ohně“, aby se zlepšila úroda.

Víme, jaká byla nedůvěra k řeči Liebigově. Jeho pokusy, přinést zlepšení pomocí sanytru, nebyly úspěšné a koráby, které přivezly náklady této soli z daleké Jižní Ameriky, musely ji naházet do moře, protože nenašly kupce. Dlouhou dobu se pokládalo využití solí „chladného ohně“ na zvýšení úrodnosti žita a pšenice a k zlepšení stébla cenné vláknité rostliny, lnu, za prostou fantasii. Musela opět uplynout léta úporné vědecké práce, než se stal fosfor jedním z nejdůležitějších prvků v národohospodářství.

Druhá povídka je z roku 1939. Na severu, na svazích zasněžených horských hřbetů se provádí velkolepé dobývání světlezelené rudy — apatitu. Jsou dobývána ohromná množství tun, závodící s dobýváním fosforu na březích Středozemního moře v Africe či na Floridě. Zelený kámen, apatit, se posílá do velkých továren na zpracování nerostů, kde jej drtí, oddělují od ostatních sloučenin a dostávají čistý bílý prášek, sypký a měkký jako mouka. Prášek se nakládá do vagonů a desítky vlaků vyjíždějí z dalekého polárního kraje do závodů v Leningradu, Moskvě,

Oděse, Vinnici, Donbasu, Molotovu i Kujbyševu, aby ho tam proměnili na novou látku, na nový bílý prášek — rozpustný fosfát na hnojivo. Miliony tun těchto sloučenin fosforu se rozprášují zvláštními stroji po polích a zdvojnásobují těžbu lnu, řepy a bavlny, znásobují cukernatost řepy cukrovky, rozmnožují tobolky bavlny, zvyšují úrodu zahradních kultur.

Nepatrné atomy fosforu, rozprášené po polích, padají na obilí, zeleninu a celé množství rostlin, které potřebujeme. Podle výpočtů sníme v každém kousku chleba o váze 100 gramů asi 10 000 000 000 000 000 000 000 atomů fosforu, to jest takové množství, že je těžko je vyslovit obyčejnými slovy.

Pověděli jsme vám o hlavním prameni fosforových solí v SSSR, o apatitu Chibinských hor. Přes to, že jsou však lomy poloostrova Koly velkolepé, přece nemohou nasýtit pole celé rozsáhlé Rusi fosforem jen samy; naskytuje se tu tedy otázka dovozu. Množství drahocenného apatitu, které dostává Sibiř, Kazachstan a Střední Asie, je totiž nedostatečné. Přicházejí na pomoc fosfority, které se nacházejí na více místech. Nové naleziště fosforitů bylo objeveno u Kara-Tau v Kazachstanu, kde se táhnou jejich vrstvy stovky kilometrů — a od té chvíle můžeme snít o době, kdy desítky tun fosforových zplodin dají svou sílu kolchozním a sovkhozním polím Ruska, dávající zrnům obilí a stébům trav dostatek životodárných atomů.

Pověděli jsme vám o historii fosforu, jeho objevení a dnešním využití. Na deset milionů tun fosfátových hnojiv se vyrábí ve světě ročně, a s nimi se dva miliony tun fosforu rozprášují po polích.

Ale fosforu se neuvžívá jen k hnojení. Význam této látky se zvyšuje každým rokem v různých odvětvích průmyslu a bylo by obtížné vypočítat tu oněch 120 odvětví národního hospodářství, v nichž se zužítuje tento „chladný oheň“.

Předně: fosfor je látka života a myšlenky; obsah fosforu v kostech určuje pevnost živých organismů. Vysoký obsah fosfo-

ru ve hmotě mozku ukazuje na jeho důležitou úlohu v práci mozku. Nedostatečná výživa fosforem vede k oslabení celého organismu.

Proto existuje celá řada různých léků a preparátů, které obsahují fosfor, pro léčbu slabých či uzdravujících se nemocných. Fosfor je potřebný nejen člověku, nýbrž i rostlinám a živočichům ve velkém množství. Před našimi zraky se rozvíjejí pokusy se zásobováním leningradských rybníků fosforem, čímž se zdvojnásobil růst pěstovaných ryb. Fosfor má velký význam pro výrobu rozmanitých potravinových produktů a pro výrobu minerálních vod. Četné druhy minerálních vod se vyrábějí pomocí kyseliny fosforečné. Soli kyselin fosforu, zvláště s manganem a železem, dávají pevné a trvanlivé povlaky. Víme, že lepší druhy nerezavějících ocelí se získávají jejich potažením fosforečnými solemi.

Známe letadla, jejichž povrch je chráněn proti rzi povlakem fosforových solí. „Chladný oheň“ minulosti, fosfor, vybudoval jedno z velkých odvětví průmyslu — výrobu zápalek. Naši mladí čtenáři se sotva pamatují na fosforové zápalky, kterých se používalo, dokud nebyly objeveny nedoutnající zápalky dneška.

Vzpomínám si z dětství na krabičky s fosforovými zápalkami, které měly rudé hlavičky a zapalovaly se třením o jakýkoli předmět. Zvláště bylo zvykem je zapalovat o podrážky. Ale nebezpečné vlastnosti fosforu si vynutily vynález jiných zápalek, kterých používáme dnes.

Použití fosforu v zápalkách vnuklo lidem myšlenku použít této látky ne pro chladný oheň, ale pro chladnou mlhu. Hořící fosfor se mění v kysličník fosforečný, který se vznáší dlouho ve vzduchu jako těžká mlha.

Vojenská technika využila této vlastnosti kysličníku fosforečného pro přípravu dýmových clon palebného krytu. Zápalné bomby obsahují množství fosforu, a uprostřed všech hrůz moderní války staly se fosforové bomby, rozsévající chladnou bílou mlhu, jedním z užívaných prostředků při výpadech a ničení.

Nebudeme mluvit o složitých přeměnách, které prodělává fosfor počínaje hlubinnými horninami, které při krystalisaci dávají vznik jemným jehličkám apatitu, a konče mikroorganismy, které lapají fosfor ze zředěných roztoků mořské vody.

Historie putování fosforu v zemské kůře je neobyčejně zajímavá. Osud fosforu je svázán se složitým procesem života a smrti, fosfor se kupí v hlubinách země tam, kde hyne život, kde dochází k hromadné smrti živočichů, tam, kde se stýkají mořské proudy, kde vznikají podmořská pohřebiště.

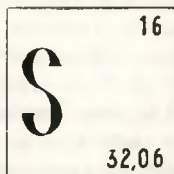
Fosfor se kupí v zemi dvěma způsoby: buď v hlubinných nalezištích apatitu, který vyplynul ze žhavého magmatu, nebo ve zbytecích koster zvířat. Atom fosforu prochází složitým kolooběhem v dějinách Země. Jednotlivé články řetězu jeho putování jsou objevovány chemiky, geochemiky a technologi. Jeho dřívější osudy se ztrácejí v zemských hlubinách — jeho budoucnost ve světovém průmyslu je na složité cestě technického pokroku.

SÍRA — HYBNÁ PÁKA CHEMICKÉHO PRŮMYSLU

Síra je jedním z prvků, které člověk poznal nejdříve. Byla nalézána velmi často na pobřeží Středozemního moře a nemohla ujít pozornosti starých Řeků a Římanů. Sopečné výlevy přinášely s sebou ohromná množství síry a zápach sirného plynu a sirovodíku byl příznakem činnosti Vulkana — boha podzemí.

Čiré, průzračné krystaly síry byly pozorovány v ohromných nalezištích už mnoho staletí před naší érou, a vlastnost tohoto kamene vypouštět dusivé plyny se zdála neobyčejnou už primitivům, v jejichž představách byla síra jedním ze základních prvků světa.

Neudivuje nás proto, že v představách dávných přírodovědců, hlavně alchymistů,



měla síra vždy zvláštní význam v popisu vulkanické činnosti nebo tvoření rudných žil či horských hřbetů.

Kromě toho, jak se zdálo alchymistům, měla síra tajemnou schopnost tvořit při spalení nové látky a měla být proto jednou z podstatných částic kamene mudrců, který tak toužebně hledali, aby dokázali vyrobit umělé zlato.

Představa o výjimečné úloze síry v přírodě je překrásně podána v znamenitém pojednání Lomonosova: „O vrstvách zemských“ z r. 1763. Připomenu několik míst, zachováváje bohatý a zvučný styl Lomonosovův: „Přemýšlejíc o takovém množství podzemního ohně, obrací se mysl k poznání látky, kterou je udržován.“ „Co je vhodnějšího k hoření než síra? Co je způsobilejší k udržování a živení ohně?“ „Jaká hořlavina je mocnější nad tu, jež se řine z prsou země?“

„Neboť se nevalí jen z hrdel hor chrlicích oheň a z horkých zřidel ze země kypících, nalézá se i v suchých podzemních vývěrech ve velkém množství, a není jediné rudy, není jediného kamene, který by při tření s jinými nevydával sirný zápach a neodhaloval tím její přítomnost... Velké množství síry, vznícené v zemských hlubinách a šířící těžký vzduch v propastech, opírá se jím do vrstev na ní ležících, zvedá je a působí na ně různými změnami a pohyby hlavně v těch místech, kde najde nejméně odporu, lehké části pronikají rozrušenou zemskou kůrou do vzduchu a zabírají při pádu okolní pole; hutnější překonávají svou ohromnou tíhou plamen a dávají vznik horám.

Viděli jsme, posluchači, převelké v hlubinách zemských ohně množství a potřebné k jeho výživě síry nadbytek, stačící k zemětřesení a k provádění přeměn velikých; zubožujících, ale potřebných, strašných, ale i slast přinášejících.“

Zemské nitro obsahuje skutečně značné množství síry a vylučuje při ochlazování množství těkavých sloučenin rozličných kovů se sírou, arsenem, chlorem, bromem a jodem. Zjistíme to nejen podle zápachu plynů italských vulkánů nebo podle oblak sirných par kamčatských sopek; síra je vynášena na povrch také

v roztocích a tvoří v puklinách celé žíly. Tvoří tam zároveň se svými druhy a průvodci v těchto kypících fluidech, arsenem a antimonem, nerosty, z kterých člověk dobýval už od pradávných časů zinek a olovo, stříbro a zlato.

Ale na povrchu země podléhají tyto tmavé, neprůhledné, blýskavé polokovové rudy a všelijaké leštěnce a kyzy vlivu kyslíku a vody; ty působí na sirné sloučeniny a tvoří nové, okysličují síru na kysličník siřičitý. Tento plyn známe z pachu sirných zápalek. Tvoří s vodou kyselinu siřičitou a sírovou.

Podobně se uvolňuje síra a její produkty při okysličení velkých kyzových čoček, rozrušuje okolní horniny, slučuje se se stálejšími prvky a dává nakonec sádrovec či jiné nerosty. Nutno říci, že má kyselina sírová, která vzniká v nalezištích kyzu a tam, kde se dobývá čistá síra, opravdu ničivé vlastnosti.

Když jsme pracovali v Karakumských písčinách, neznali jsme tuto vlastnost a když pak přišly naše vzorky sirných rud, zabalené pečlivě do papíru, až do Leningradu, ukázalo se, že je papír úplně rozežrán, z cedulek zůstaly jen kousíčky a někdy byly i bedničky rozežrány. Tento zjev nás tak zaujal, že jsme o něm psali v „Rozpravách Akademie nauk“ a popsali přírodní kyselinu sírovou jako nový tekutý nerost.

Připomíná se i důl Médnogorsk v Jižním Uralu, kde je uvolněné kyseliny sírové při okysličení kyzu tolik, že se nikdo nemůže uchránit jejího zhoubného vlivu; obleky všech dělníků v těchto dolech rychle proděravějí a rozpadnou se.

Síra nezůstane dlouho ve své původní podobě. Brzy se slučuje s rozličnými kovy, tvoří v sopečných oblastech ložiska alunitu jako bílé skvrny či pruhy, rozprostřené kolem činných sopek.

Někteří astronomové se domnívají, že právě alunit tvoří ony bílé svatozáře a paprsky, které obklopují měsíční krátery.

Velké množství okysličené síry se slučuje s vápníkem. Taková sloučenina — přírodní sádrovec — se v laboratořích dost těžko rozpouští, ale zato v zemi je dost pohyblivá. Usazuje se také

v mocných vrstvách v solných jezerech a ve vysychajících mořských zátokách.

Tím však nekončí osudy síry na zemském povrchu. Část kyseliny sírové se znovu mění v plyn, celá řada organismů znovu váže síru, z roztoků jejích solí se tvoří sirovodík a těkavé plyny, které jsou vynášeny vodami bohatými na naftu v ohromném množství, prosycují vzduch v bažinatých nížinách a tvoří v četných limanech a jezerech černou bahnitou hmotu, kterou nazýváme léčebné bahno a užíváme ve velkých rozměrech na Krymu a Kavkaze.

Ohromné množství síry uniká do vzduchu jako sirovodík a tak se mění znovu v pohyblivou formu. Tak se uzavírá jeden z okruhů složitěho koloběhu tohoto prvku v geologické historii Země.

Ale člověk poněkud pozměnil cesty, kterými probíhá síra na zemi. Ukázalo se, že je cenným předmětem průmyslu. Světový výtěžek čisté síry je milion tun za rok. Ve sloučeninách se železem, ze kterých se dobývá síra na kyselinu, se jí dobývá ročně desítky milionů tun.

Síra se stala základem chemického průmyslu a bylo by obtížné vypočítávat všechna odvětví průmyslové techniky, kde je nezbytná. Zmíním se jen o nejhlavnějších z nich, ale i z těchto příkladů uvidíme, že bez síry nemůže průmysl existovat.

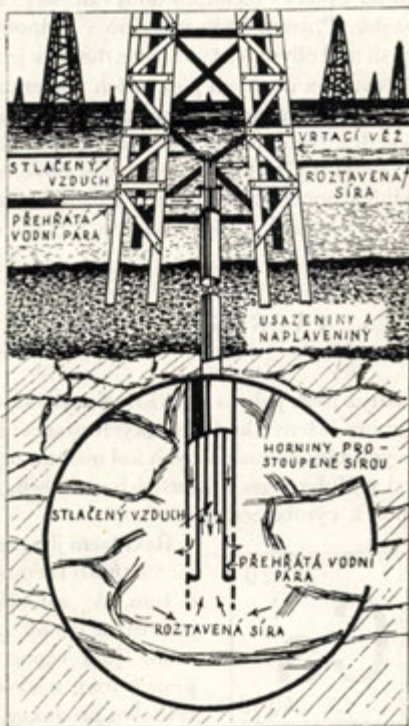
Je jí zapotřebí k výrobě papíru, celulódu, barev, většiny léků, zápalek, k čištění benzínu, etheru, olejů, k výrobě skalic, kamenců, sody, skla, bromu, jodu. Bez ní se těžko vyrobí kyselina dusičná, solná i octová — a tak je jasné, že síra má pro rozmach průmyslu od začátku XIX. století ohromný význam. Ve formě kyseliny sírové se užívá při výrobě dynamitu a její přítomnost v černém prachu ji učinila nepostradatelnou pro střelné zbraně.

Proto bitva o síru se táhne jako rudá nit celou historií XVIII. století. Po dlouhou dobu byla jediným sirným zdrojem Sicílie. Byla v rukou neapolského království a anglické fregaty bombardovaly na počátku XVIII. století mnohokrát sicílské břehy, aby se zmocnily tohoto bohatství. Zatím objevili Švédové způsob výroby síry a kyseliny sírové z kyzu. Ohromná španělská naleziště

kyzu se stala předmětem pozornosti všech evropských království a tehdy se objevily anglické fregaty u břehů Španělska, aby ovládly i tento zdroj síry a kyseliny sírové. Na Sicilii se zapomnělo, všechna pozornost se soustředila na Španělsko.

A hle — tu se v Americe otvírají první naleziště síry na poloostrově Floridě a hlavně v Lousianě. Nové cesty otevírá americký Frash, inženýr který doporučuje metodu na první pohled zcela nesmyslnou. Radil napumpovat do hlubiny přehřátou vodní páru, která v nitru země roztaví síru, díky nízkému bodu tavení, 119° , a pak ji roztavenou vyčerpat na povrch.

Frashovi se podařilo postavit první pumpu na odčerpání roztavené síry, která pak tuhne na povrchu ve velkých pahrbcích. Frashova metoda je velmi praktická a v Americe začali touto cestou dobývat ohromná množství síry. Italská a španělská naleziště se dostala až



Frashovo zařízení pro dobývání síry z hlubokého vrtu. Přehřáté páry vody a stlačený vzduch se tlačí dvojčlenným potrubím do vápence, obsahujícího síru a roztavují ji. Roztavená síra stoupá potrubím a vylévá se na povrch, kde stýdne v podobě velkých hranolů.

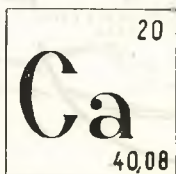
na druhé místo. Nový skvělý objev se rodí v zemi sirných rud, v polárním Švédsku. V jednom závodě našel inženýr Orkel nový způsob získávání síry z kyzu. Tahle metoda je neobyčejně důmyslná. Zdrojem síry je tu opět sírník kovu, a kyselina sírová se opět dostává na novou cestu.

Vypravuji vám o tom, abyste pochopili, jak složitě se někdy mění využití látky v průmyslu v souvislosti s úspěchy tvůrčí technické myšlenky. Frash a Orkel vstoupili do dějin vědy. Změnili od základu techniku dobývání síry, změnili řadu výrobních vztahů. Právem bylo napsáno v jednom italském časopise, že Frash ubil obyvatelstvo Sicilie, donutiv je vést polohladový život, pěstovat na ubohých plantážích pomeranče a pást kozy na horských pastvinách, vysušených a spálených sluncem. Takový je výsledek technického pokroku v kapitalistických podmínkách.

Tvůrčí myšlenka člověka hledá nové cesty k zužitkování přírodních bohatství, ale jen v socialismu může usměrnit přírodní poklady k užitku celého lidstva, k blahu celého světa.

VÁPŇÍK — SYMBOL PEVNOSTI

Když jsem jednou projížděl Novorossijskem, obrátila se na mě skupina inženýrsko-technických pracovníků ohromných cementových závodů rozložených kol města s prosbou, abych jim přednesl v klubu něco o vápencích a slínech, které jsou hlavní surovinou k výrobě cementu.



Řekl jsem jim, že vůbec nejsem obeznámen s tímto thematem. Vím ovšem dobře o tom, že základem vápna a cementu jsou různé druhy vápenců, dobře vím, jak cenné jsou vápno i cement; vypravoval jsem o tom, s jakou těžkostí se získávaly tyto dva produkty, tak důležité pro život.

Vápno se obvykle objednávalo z Valdajských hor na půl druhá tisíce kilometrů vzdálených od právě vznikajících středisek a cement šel z Novorossijska okružní cestou mořem Černým, Egejským, Středozemním, Atlantickým a Severním Ledovým; řekl jsem jim, že proto chápu úžasný význam vápna v životě a ve stavebnictví, ale že jsem vápence nikdy nestudoval a nic o nich nevím.

„Tak nám povězte něco o vápníku,“ řekl jeden z inženýrů zdůrazňuje to, že základem všech vápenců je vápník; „povězte nám něco o tomto kovu s hlediska geochemie, o jeho vlastnostech a osudech, kde a jak se hromadí, a proč právě on tvoří krásu a bohatství technických vlastností mramoru, vápenců a cementových slínů.“

Tak vzniklo vyprávění o atomech vápníku ve vesmíru, které tu podávám.

„Pracujete v cementovém průmyslu, v průmyslu poživ, důležitém odvětví stavebního průmyslu, pro vás je osud atomů vápníku zvláště zajímavý.

Chemici a fyzikové nám říkají, že vápník má v Mendělejevově soustavě zcela zvláštní místo; má pořadové číslo 20. To znamená, že se skládá z jádra — to je protonů a neutronů — a dvaceti volných záporně nabitých částíček, elektronů.

Atomová váha tohoto prvku je 40, je ve druhé skupině Mendělejevovy tabulky, ve druhé řadě. Ve sloučeninách potřebuje dva záporné náboje, aby vznikly stálé molekuly. Jak říkají chemici — má dvě valence.

Vidíte, že vám tu jmenuji stále čísla dělitelná čtyřmi. Jsou to čísla, která jsou v chemii velmi důležitá. Víme z praxe, že se uchylujeme k těmto číslům, chceme-li získat něco pevného. Stůl má čtyři nohy, každé pevné těleso, každá stavba jsou obvykle souměrné, takže pravá i levá strana jsou stejné.

Čísla 2, 20 a 40 mluví k nám o výjimečné pevnosti atomů vápníku; vždyť ani neznáme ještě takové stovky milionů stupňů, které by mohly rozbořit tuto pevnou stavbu drobného jádra

a plejady dvaceti záporně nabitých planet, které obíhají rychle kolem něho. Čím více začínají astrofysikové chápat stavbu vesmíru, tím jasněji se před námi rýsuje důležitá úloha vápníku ve stavbě světa.

Hle — sluneční kotouč při zatmění slunce. I prostým okem jsou viditelné velkolepé protuberance, výbuchy do výšek statisíc kilometrů, které vrhají do prostoru žhavé, rychle letící částice kovů, mezi nimiž má velký význam právě vápník. Přesnými methodami se už astronomům podařilo poznat, čím jsou naplněny meziplanetární prostory. Prostor mezi roztroušenými hvězdnými mlhovinami je proniknut letícími lehkými atomy některých prvků — a mezi nimi opět má značnou důležitost vápník, zároveň se sodíkem.

A hle — k nám na Zemi přilétají jakési kroužící částice vesmíru, opisující složité dráhy a padají následkem zákona o přitažlivosti těles jako meteory. A zase v nich má vápník významnou úlohu.

Na naší Zemi je těžko si představit nějaký kov, který by měl větší význam ve složitých osudech vzniku zemské kůry, vzniku života a technického pokroku.

Již tehdy, kdy roztavené masy vřely na zemském povrchu, kdy postupně vznikaly těžké výpary a tvořily atmosféru a kdy se srážely první kapky vody, tvoříce postupně moře a oceány, již tehdy byl vápník jedním z nejdůležitějších látek země zároveň se svým druhem hořčíkem, stejně pevným a sporným, ukázněným prvkem, který má číslo 12.

V různých horninách, které se tehdy vylévaly na povrch nebo chladly v hlubinách, měly atomy vápníku a hořčíku zvláštní úlohu. Dno oceánu, zvláště Tichého, je i nyní vystláno vrstvou čediče, kde jsou atomy vápníku důležitou složkou; víme, že pevniny plují na tomto čedičovém podkladu, který tvoří jakousi zvláštní zchlazlou kůru na roztaveném zemském jádru.

Geochemici vypočítali, že v komplexu zemské kůry má podle váhy vápník 3,4% a hořčík 2%. Sloučili zákony rozšíření váp-

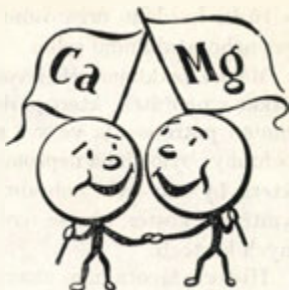
níku s neobyčejnými vlastnostmi jeho atomů, se sudým počtem jeho elektronů, sobdivuhodnou stálostí této skvělé a dokonalé stavby světa. Putování atomů obou prvků začalo hned po vytvoření zemské kůry.

Výlevy vulkánů přinesly v těchto dávných dobách ohromné množství kysličníku uhličitého. Těžká oblaka vzdušné atmosféry, nasycené parami vody a kysličníku uhličitého, obklopovala Zemi, ničíce zemský povrch, odnášejíce v divokých prabouřích ještě horké hmoty země. Tak začala nejzajímavější etapa v historii putování atomů vápníku.

Tvořil s kysličníkem uhličitým pevné a stálé sloučeniny. Za nadbytku kysličníku uhličitého byl uhličitán vápenatý odnášen vroucími vodami, v chladných částech zemské kůry se usazoval jako bílý krystalický prášek. Tak vznikaly mohutné vrstvy vápenců. Tam, kde se v povrchových nánosech kupily hlíny, usazovaly se vrstvy dolomitového slínu. Roztavené masy pronikaly za bouřlivých přesunů do vápencových vrstev, žíhaly je výpary o tisících stupňů a měnily v ony sněžné hory mramoru, jejichž vrcholy se tyčí do zasněžených výšin.

Hle — ze složitých chuchvalců jakýchsi sloučenin uhlíku vznikly první shluky ústrojné hmoty. Postupně nabývaly tyto koloidní rosolovité shluky složitosti, podobajíce se měňavce, vznikaly v nich nové vlastnosti, vlastnosti živé buňky. Velké zákony evoluce, zápasu o existenci, úsilí o další rozvíti rodu budovaly stále složitější molekuly, vedly je k novým sloučeninám, vznikaly nové vlastnosti podle velkých zákonů Darwinových.

Postupně se rozvíjel život od prosté buňky v teplých mořích a oceánu, přes složitější mnohobuněčné organismy až k nejdokonalějšímu tvorů na zemi, k Člověku. A v tomto postupném vývoji



a růstu každého organismu probíhal neustále boj o vytvoření pevného, stabilního celku.

Měkké, poddajné tělo živočicha se v mnoha případech nemohlo utkat s nepřáteli, kteří je drtili a ničili na každém kroku. Živá hmota potřebovala ve své postupné evoluci stále větší a větší ochrany: bylo třeba neproniknutelné blány kolem měkkého těla, která by mu byla ochranným pancířem, bylo třeba pevných vnitřních koster, aby se mohlo měkké tělo rovně držet na pevných kostech.

Historie života nám ukazuje, že měl vápník při tomto hledání tvrdého a pevného materiálu významnou úlohu. Nejdříve se dostal do skořápek fosforečnan vápenatý, první skořápky, které nacházíme v historii zemské kůry, jsou z apatitu.

Tato cesta se však celkem neosvědčila. Fosforu je zapotřebí k životu, ale jeho zásoby nejsou všude dost velké, aby to stačilo na vystavění pevné skořápky. Proto vedla příroda ve svém bezděčném přírodním výběru živočišný i rostlinný svět jinou cestou: budovat pevné stavby z jiných nerozpustných sloučenin — opálu, síranů stroncía a barya, ale zvláště příhodným se ukázal uhličitán vápenatý.

Je pravda, že fosfor byl stále stejně potřebný: současně s tím, kdy rozliční měkkýši a korýši i jednobuněčné organismy začali využívat uhličitanu vápenatého na své krásné skořápky, začaly se tvořit kostry vyšších živočichů ze solí fosforu, stejně jako lidské kosti. Jsou tvořeny fosforečnanem vápenatým, který se značně podobá nerostu apatitu. Ale vápník sám o sobě měl značný význam u jedněch i u druhých. Rozdíl byl jen v tom, že je kostra člověka stavěna z fosforečnanu tohoto prvku a škeble převážně z uhličitanu.

Těžko si představit podivuhodnější obraz než ten, který se rýsuje před očima přírodovědce na břehu na př. Středozemního moře. Vzpomínám si, jak jsem přišel ještě jako mladý geolog po prvé na skalnatý břeh u Nervi. Byl jsem překvapen krásou a rozmanitostí mušlíček, jasných barev chaluh, raků-poustevníků

a jejich krásných vápenných domečků, různých druhů měkkýšů, celých kolonií sasaneček a různých vápnitých korálů.

Celý jsem se pohroužil do tohoto zázračného světa průzračné vody, jejíž modří probleskovaly všemi barvami duhy různé sloučeniny stále téhož uhličitánu vápenatého — a mé očarování tímto novým světem přerušila jen chobotnice, která nepozorovaně připlula k naší skále a já ji začal dráždit holí.

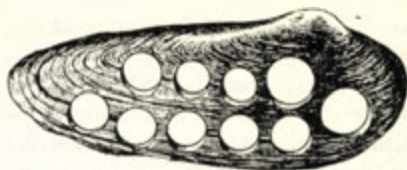
Ve statistických různých způsobů se hromadil vápník ve skořápkách i kostech na dně mořských nádrží. Podivuhodné zbytky vymřelých organismů vytvářely tam celé hřbitovy uhličitánu vápenatého — a daly tak základ novým horninám a celým budoucím horským hřbetům.

A dnes, když jsme u vytržení nad bělostí stěn pozoruhodného chrámu Svaté Moudrosti v Cařihradu, když obdivujeme v elektrárně krásný šedý mramor rozvodné desky, když sestupujeme po schodišti metra se žlutohnědými stupni šemardinského mramorovitého vápence, nezapomínejme, že tady všude vznikla ona ohromná ložiska vápence malými živými buňkami a složitou reakcí, která zachycuje rozptýlené atomy vápníku z mořské vody a přetváří je v tvrdé kostry a vlákna nerostů, jež nazýváme vápenec a aragonit.

Víme však, že tím nekončí putování atomů vápníku. Voda jej znovu rozpouští, znova začínají putovat jeho ionty, tvoříce ve složitých vodních roztocích t. zv. tvrdou vodu, bohatou na vápník, jindy zase vypadává spolu se sírou jako sádrovec, jindy tvoří překrásné stalaktity a stalagmity a jiné fantastické útvary krápníkových jeskyň.

Pak začíná poslední etapa historie cestování atomů vápníku — začíná se jich zmocňovat člověk. Nejen že zužitkuje mramor a čistý vápenec, ale také osvobozuje vápník ve velkých pecích cementových závodů a ve vápenkách od nadvlády kyslíčnicku uhličitého, a vyrábí tak velkolepá množství cementu a vápna, bez nichž by nebylo našeho průmyslu.

V nejsložitějších procesech lékárnické, organické i neústrojně



*Lastura sladkovodního měkkýše použitá
k výrobě knoflíků.*

chemie má vápník všude velký význam a určuje postup reakcí v laboratorních chemiků, technologů a metalurgů. To vše je člověku málo. Vápníku je kol dokola příliš mnoho, je možno ho použít ještě

v dalších reakcích. Člověk na to vynakládá desítky tisíce kilowattů elektrické energie, aby osvobodil atomy vápníku ve vápenci nejen od kyslíčnicku uhličitého, bourá také jeho vazbu s kyslíkem a dobývá jej v čisté formě jako lesklý, světélkující, měkký, pružný kov, který hoří na vzduchu a pokrývá se vždy bílou vápnitou vrstvou.

A právě tohoto úzkého vztahu ke kyslíku, právě tohoto pevného slučování atomů vápníku a kyslíku člověk využívá. Vnese kovové atomy vápníku do roztaveného železa a místo rozličných dalších složitých redukčních prostředků, místo celé plejady method čištění litiny a oceli od škodlivých plynů přinutí atomy vápníku, aby prováděly tuto práci, vnášeje je do martinských a vysokých pecí.

Putování tohoto atomu začíná znova, jeho zářivé kovové částčky se dlouho neblyští, znovu se mění v kyslíkaté sloučeniny tak pevné na zemském povrchu.

Vidíte, že je historie atomů vápníku složitější, než jsme mysleli, a že je těžko najít jiný příklad prvku, který by procházel složitějšími cestami ve světovém prostoru a který by určoval nejdůležitější okamžiky v dějinách vzniku našeho světa a v našem průmyslu.

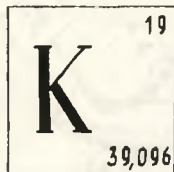
Nezapomínejme, že vápník je jeden z nejenergičtějších a nepohyblivějších atomů vesmíru, že jeho sloučeniny nemají hranic možností v krystalické stavbě světa, že člověk udělá ještě mnoho objevů, až dokáže zužitkovat tyto pohyblivé malé kuličky k výstavbě nových, snad ještě daleko pevnějších nerostů, pro rozkvet hospodářství a kultury.

Ale dá to ještě hodně práce, je potřeba vmyslet se v podstatu tohoto souměrného klubka, člověk musí být dobrým chemikem a fysikem, aby se stal dobrým geochemikem, a je třeba být dobrým geochemikem, aby našel nové cesty v geologii. Je třeba ovládnout všechny poznatky chemie, fysiky, geologie, aby byl dobrým technologem a chápal nové cesty průmyslu, jež vedou k novému vítězství nad přírodou.

DRASLÍK — ZÁKLAD ŽIVOTA ROSTLIN

Draslík, význačný alkalický prvek, zaujímá v Mendělejevově tabulce význačné místo v její první skupině. Je to typicky lichý prvek a jeho charakteristická čísla jsou lichá. Atomové číslo, udávající počet elektronů elektronového obalu, je 19, atomová váha o něco více než 39. Tvoří pevné sloučeniny jen s jedním atomem, jeho valence, jak říkáme, je rovna jedné. A jako lichý prvek je draslík zároveň charakterisován značnou velikostí svých elektricky nabitých kulovitých částíček, což podporuje zároveň s jeho lichostí stálý sklon k pohybu jeho nabitých částic.

Neudivuje nás to proto, že celá historie draslíku v zemi je svázána spolu s osudem jeho druha, sodíku, s výjimečně složitými proměnami. Tvoří v pevné zemské kůře přes 100 nerostů a v malých kvantech je obsažen ještě ve stovkách jiných nerostů. Jeho průměrné množství v kůře zemské se blíží hodnotě 2,5 %. Je to velké číslo a dokazuje, že draslík je zároveň se sodíkem a vápníkem jedním z převládajících prvků.



Příběhy draslíku v složité geologické historii naší planety jsou velmi zajímavé. Jsou prostudovány do podrobností a můžeme hned nakreslit všechny cesty, kterými probíhá atom draslíku, dokud se znovu nevrátí k počátku svého cestování, konče složitý koloběh.

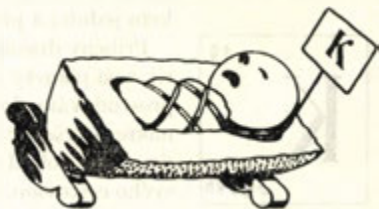
Když chladne v nitru země roztavené magma a odštěpují se z něho jednotlivé prvky podle své pohyblivosti a schopnosti tvořit těkavé plyny či obráceně pohyblivé, lehce tavitelné částice, je draslík mezi posledními. Nevstupuje do prvních krystalů, které se tvoří nejdříve ze všech v hlubinách země, nenajdeme jej téměř v zelených olivínových hlubinných horninách, z nichž jsou složeny celistvé pásy nerostných bohatství země.

Ani v čedičových masách, které kryjí dna oceánů, nenacházíme draslíku více než 0,3 %.

Ve složitých pochodech krystalisace roztaveného magmatu hromadí se v hořejších částech pohyblivější atomy; je tu množství drobných, silně nabitých iontů křemíku a hliníku, je tu mnoho lichých atomů zásad draselných, sodných i těkavých sloučenin vody. Z nich se tvoří hornina, kterou nazýváme žula. Pokrývá ohromné části zemského povrchu, tvoří kry pevnin, plující na čediči. Žuly chladnou v hlubinách země a draslík se v nich hromadí v množství asi 2%. Účastní se hlavně na stavbě nerostu orthoklasu. Tvoří také součást dobře známých černých a bílých slíd, jinde se kupí v ještě větším množství, tvoře mohutné krystaly bílého nerostu — leucitu, hlavně v italských lávách, bohatých na draslík; tam se také dobývá k výrobě draslíku a hliníku.

A tak jsou kolébkou draslíku na zemi granity a kyselé lávy výlevných hornin. Víme, jak se na zemském povrchu rozrušují vodou, vzduchem, kyslíčkem uhličitým, jimiž je nasycena voda i ovzduší, jak se v nich upevňují kořeny rostlin, které rozkládají jednotlivé nerosty vylučovanými kyselinami.

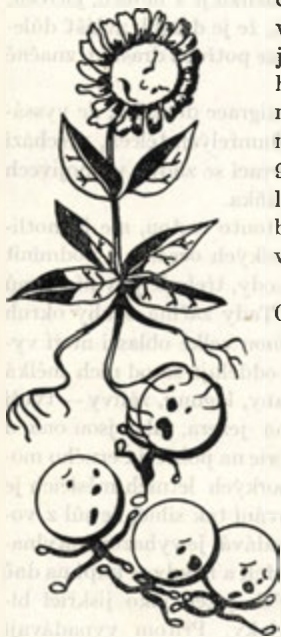
Kdo byl u Leningradu, viděl, jak lehce se drtí žuly na výchozech a ve valounech, jak jsou jejich živce vymývány, jak hor-



nina pozbývá lesku a jak se hromadí čistý křemitý písek v přesepech jako zbytek kdysi mocných žulových masivů. Přitom se rozpadají i živce, mocní činitelé povrchoví zbavují je atomů draslíku a sodíku a vznikají svérázné horniny, jež nazýváme hlíny.

Od této chvíle začínají nové cesty našich dvou přátel sodíku a draslíku. Jsou mimochodem přáteli až do tohoto okamžiku, neboť po rozpadu žuly začíná každý z nich svůj osobitý život. Sodík se snadno vymývá vodou. Nic a nikdo nemůže zadržet jeho ionty v jílech a hlínách. Putují řekami do velkých moří a tam tvoří chlorid sodný, kterému jinak říkáme kuchyňská sůl, a který je důležitým produktem našeho chemického průmyslu. Osud draslíku je však jiný. Nacházíme jej v mořské vodě jen v nevelkém množství. V samotných horninách je draslíku a sodíku asi stejně, ale z tisíce atomů draslíku se dostanou jen asi dva do mořských nádrží a 998 jich zůstane pohlceno v půdě, v jílech a nánosech na březích moří, jezer, bažin a řek. Půda pohlcuje draslík a v tom je její kouzelná moc.

Známý ruský půdoznalec akademik Gedroic první rozřešil geochemickou podstatu půdy. Našel v ní ony součásti, které zadržují rozličné kovy, a hlavně draslík, a dokázal, že všechna úrodnost půdy záleží hlavně v tom, že jsou v ní atomy draslíku vázány tak volně a lehce, že je může každá buňka lehko pohltit a využít pro svůj život. A tak tvoří rostliny své klíčky, hltající tyto špatně upevněné, jakoby jen na nitec visící atomy draslíku.



Studium rostlin ukázalo, že draslík spolu se sodíkem a vápníkem je lehce získáván kořeny rostlin. V dřevinách převládá vápník, v bylinách má hlavní úlohu draslík a pak i sodík. Stačí jen ukázat, že v popelu některých nedřevnatých rostlin, na př. mechů, dosahuje obsah kysličníku draselného 25 % váhových, zatím co v popelu dřevin, na př. jedle, asi 3—4 %.

Bez draslíku nemohou rostliny žít; nevíme ještě podrobně, proč je tomu tak a jakou úlohu má draslík v rostlinném těle, ale jisté je, že rostliny bez draslíku vadnou a hynou.

Ostatně draslík je nutný nejen pro rostliny, tvoří také nutnou součást živočišných těl. Ve svalech člověka převládá na př. draslík nad sodíkem. Zvláště mnoho draslíku je v mozku, játrech, srdci a ledvinách. Můžeme podotknout, že je draslík zvláště důležitý v době růstu, u dospělého člověka se potřeba draslíku značně snižuje.

Tak začíná v půdě jeden z okruhů migrace draslíku. Je vyssáván kořeny rostlin, kupí se v jejich odumřelých tělech, přechází částečně do těl živočichů a člověka a vrací se znovu v hnojivech do země, ze které jej vydobyла živá buňka.

Velká část draslíku prochází právě touto cestou, ale jednotlivým atomům se podaří dosáhnout velkých oceánů a podmítnit spolu s jinými solemi slanost mořské vody, třebaže je v ní atomů sodíku čtyřicetkrát víc než draslíku. Tady začíná druhý okruh cestování atomů draslíku. Když začnou velké oblasti moří vysychat vlivem pohybů zemské kůry, oddělují se od nich mělká pobřežní moře, jednotlivá jezera, limany, laguny, zálivy — tvoří

se slaná jezera, jako jsou ona u Eupatorie na pobřeží Černého moře. V horkých letních měsících je vypařování tak silné, že sůl z vody vypadáva, je vyhazována vlnami na břeh a někdy se kupí na dně vyschlých jezer jako jiskřící bílé povlaky. Přitom vypadáva



solí v určitém pořádku. Nejdřív krystaluje na dně uhličitán vápenatý, pak sádrovec (síran vápenatý), pak chlorid sodný, t. j. sůl kuchyňská, a konečně zůstává na dně hustý rosol nasycený solemi, kterému u nás na jihu říkají „rapa“; jsou v něm obsaženy desítky procent rozmanitých solí — hlavně solí draslíku a hořčíku.

Přitom se ukazuje, že je draslík pohyblivější než sodík, ukazují se schopnosti jeho velkých atomů, a tak pokračuje ve své pouti, dokud ještě nevysuší horký dech slunce jezerní nádrže a na povrchu solných nalezišť se neobjeví bílé a rudé soli draslíku; tak vznikají ložiska draslíku.

V historii Země se jindy tvoří ještě větší nahromadění solí draslíku, které hledá člověk pro svůj průmysl. Už to nejsou tajemné síly půdy, ani rostliny tu už neurčují cesty draslíku, ani slunce jižních šířek jej nehromadí na březích slaných jezer. Člověk sám je tu tvůrcem nového ohromného okruhu putování jeho atomů.

Právě sto let je tomu, co řekl J. Liebig, chápe úlohu draslíku a fosforu v rostlinách, okřídlená slova: „Bez těchto dvou prvků nemohou naše pole dát úrodu.“ Napadla ho tehdy fantastická myšlenka, že by se měla hnojit pole uměle, dodáváním různých solí, draslíku, dusíku, fosforu, když si vypočítáme, kolik jich rostlina potřebuje k životu.

Jeho myšlenka byla přijata s nedůvěrou zemědělskými kruhy čtyřicátých až padesátých let minulého století, zdála se jim po-trhlým nápadem vědce, tím spíše, že ledek draselný, přivážený parníky z Jižní Ameriky, kterého chtěl použít na hnojení, neměl odbyt pro drahotu. Zdroje fosforu nebyly známy a rozemleté kosti, Liebigem doporučované, dávaly hnojiva příliš drahá. Ale ani o draslíku nevěděli, jak jej využít, a jen někdy brali popel rostlin a rozprašovali jej po polích. Na Ukrajině spalovali ode-dávna zbytky kukuřičných stébel a rozhazovali pak popel po polích; vlastním rozumem došli bez nějaké vědy k myšlence o významu tohoto popela pro úrodu.

Od té doby uplynulo mnoho let a otázka hnojení se změnila

v jeden z nejdůležitějších úkolů všech států. Úrodnost půd se stala ze značné míry závislou na tom, dokáže-li člověk dát do nich dostatečné množství oněch látek, které rostliny z půdy vyčerpaly a které člověk odvezl s polí se zrnem, slámou a plodinami. A tak se ukázalo, že je draslík jedním z nejpotřebnějších prvků světového polního hospodářství.

Stačí poukázat na to, že takové země jako Holandsko daly v roce 1940 na jeden hektar 42 tun kysličníku draselného. V jiných zemích je ovšem tato cifra značně nižší, v Americe dosáhla 1 tuny na hektar.

Naši velcí agrochemici říkají, že musíme rozprášit na pole nejméně milion tun kysličníku draselného ročně. Lidstvu je tak postaven úkol: najít velká naleziště draselných solí, naučit se je dobývat a vyrábět z nich hnojiva.

Dlouhou dobu ovládalo všechnen průmysl draslíku na celém světě Německo. Na východních svazích Harcu byla odkryta znamenitá ložiska stasfurtské soli a soli draslíku ze severního Německa se rozvážely do všech zemí ve statisících vlaků.

S tím se nemohly smířit ony státy, kterým je zemědělství hlavním nervem země. Mnoho let a mnoho energie ztratila Severní Amerika, dokud nenašla vlastní nevelké naleziště draslíku, určitý úspěch měli také Francouzi, kteří našli v údolí Rýna ložisko draslíku. Ve shonu za draslíkem začaly se využívat draslíkové nerosty z vyvřelých hornin Itálie. To všecko však bylo málo ve srovnání s množstvím, kterého potřebovaly kulturní, ale již vysílené půdy.

I ruští badatelé se snažili po mnoho let najít na svém území ložiska draslíku. Jednotlivé dohady nevedly k výsledkům. Teprve úporná práce celé školy mladých chemiků pod vedením akademika N. S. Kurnakova vedla k odkrytí



největších ložisek draslíku na světě. K nálezu došlo náhodou, ale náhoda je ve vědecké práci vždycky spojena s dlouhou přípravnou prací a „náhodný objev“ je skoro vždy prostě posledním krokem v dlouhé bitvě o určitou myšlenku, odměnou za dlouhé úporné hledání.

Tak to bylo i s objevem ložisek draslíku. Akademik Kurnakov studoval po mnoho desítek let solná jezera Ruska a jeho mysl hledala vytrvale, kde by bylo možno nalézt v hlubinách země zbytky prastarých draslíkových jezer. Pracuje v laboratoři o složení starých solivarů Permské oblasti, zjistil Nikolaj Semenovič Kurnakov v některých případech vyšší obsah draslíku. Při návštěvě jednoho ze solivarů si povšiml kousku hnědočerveného nerostu, který mu připomněl červené draselné soli — karnallity německých nalezišť. Dělníci ze solivaru ovšem nevěděli, odkud se tam ten kousek vzal, jestli to není jen vzorek ze sbírky solí, kterou dostali z Německa. Ale akademik Kurnakov si vzal ten kousíček do kapsy a vrátil se do Leningradu. Tam jej podrobil analýze a ke všeobecnému údivu se ukázalo, že to je chlorid draselný.

První nález se zdařil; ale to nestačilo. Bylo třeba dokázat, že byl tento draslík dobyt z hlubin Solikamského kraje a že ho je tam větší množství. Bylo třeba založit vrt, bylo třeba dostat za těžkých podmínek let dvacátých z hlubin sůl a prostudovat její složení.

To si vzal na starost jeden z nejznamenitějších geologů Geologického ústavu, P. I. Preobraženskij. Poukázal na nutnost založení hlubokých výkopů a brzy se tyto sondy dostaly do moených vrstev draselných solí, zahájivše tak novou éru v historii draslíku na celém světě.

A teď, když uplynulo několik desítek let od chvíle tohoto historického objevu, máme docela nový obraz rozdělení zásob draslíku na světě. Nejvíce zásob má SSSR, Německo má jen 2.500 milionů tun, Španělsko 350, Francie 285, Amerika a ostatní země dohromady jen málo. A to ještě není ani zdaleka zjištěn všechen draslík v sovětských ložiscích.

Je pravděpodobné, že Svaz SSR brzy ještě zvýší své zásoby a objeví velkolepou migraci draslíku ve starých permských mořích z doby před 300—400 miliony let. Dnes se nám rýsuje asi takto ona dávná minulost v geologické historii SSSR: Staré permské moře zaujímal celý východ evropské části Svazu. Jeho zálivy a choboty sahaly až po Archangelsk a na jihu se jeho dlouhé zálivy protahovaly až po Donbas a Charkov. Na jihovýchodě zasahovalo daleko k jihu a možná, že se slilo s oním velkým oceánem Thetys, který objímal zemi v dávných dobách permských. Tento velký oceán se stával postupně mělkým, tvořil na pobřeží jednotlivá jezera, kde se střídalo vlažné klima s vichry a sluncem pouští.

Mladé pásmo Uralu bylo rozrušováno mocnými horkými vichry — a vše bylo snášeno do hynoucího permského moře. Moře ustoupilo na jih. Na severu se v jezerech a limanech hromadil sádrovec a sůl kuchyňská, na jihu se stále zvětšoval podíl solí draslíku a hořčíku i rapy, kterou lidé získávají uměle v nádržích na př. u Sakského jezera; hromadila se na jihovýchodě, tvoříc postupně mělká moře a jezera, nasycená a přesycená solemi draslíku a hořčíku. Začaly vznikat usazeniny draselných solí.

Počínaje Solikamskem až po jihovýchodní konec Uralského pásma táhnou se čocky draslíkových ložisek, která odkrývají geofysikové jako solné dómy v povodí řeky Uralu a Emby a skrývají se také pod vrstvou půdy a písku v povolžské nížině. Všude tam narážejí vrty na mocné čocky soli kuchyňské a na povrchu též na soli draselné.

A tak byl pomocí kousíčku hnědočervené soli, spatřený pozorným zrakem vědce v laboratoři závodu, vyřešen jeden z největších problémů — zabezpečení SSSR zásobami draslíku.

V Sovětském svazu se nejen ukázala možnost plně zásobovat pole hnojivy, a tak' zvýšit jejich úrodnost, ale vyvstal ještě důležitější úkol — vybudování nového chemického průmyslu draslíkového, ukázala se možnost výroby nejrůznějších solí draslíku, tak potřebných pro chemickou výrobu. Draselný louh a dusičné

solí, chromany a ostatní — to jsou sloučeniny, které mají stále větší a větší podíl v průmyslu a národohospodářství. Zároveň s draslíkem jsou získávána z odpadu množství kovového hořčíku, který se odděluje elektrolysou, a jeho slitina „elektron“ otvírá nové možnosti v oblasti výroby lokomotiv a letadel.

Nyní se uskutečňuje sen sovětských agrochemiků, aby se dobývalo ročně tolik kyslíčnicku draselného, aby jím byla zásobena všechna pole, a tak aby se zlepšila všude úroda.

Tak se před námi rýsuje historie draslíku v zemi i v rukou člověka.

Je však ještě jeden rys u tohoto prvku, kterého si nyní povšimneme. Je zajímavé, že jeden z izotopů draslíku je radioaktivní, i když jen velmi málo. Ukazuje se totiž nestálým, vydává sám od sebe různá záření a mění se v atomy jiných látek, které při dalších přeměnách dávají atomy vápníku.

Tento zjev nebyl dlouho prokázán, ale pak se ukázalo, že tento draslík 41 má velký význam v životě Země, protože se při proměně nestálých atomů draslíku v atomy vápníku uvolňuje značné teplo. Naši radiologové vypočítali, že při nejmenším 20% všeho tepla, které se tvoří v zemi rozpadem atomů, o kterém budeme ještě hovořit, přísluší solím draslíku, a tu je jeho velký význam v tepelném hospodářství Země.

Je pochopitelné, že se biologové i fyziologové pokusili využít této vlastnosti i k řešení problému samotného života rostlin a vyslovili myšlenku, že kouzelná a nepochopitelná záliba rostlin v draslíku je ve vztahu k tomu, že draslík má svým zářením jakousi zvláštní úlohu v životě a růstu buňky.

Bylo provedeno v tomto směru mnoho pokusů, ale do dneška nevedly k žádným spolehlivým výsledkům. Úloha těchto štěpících se atomů draslíku a jejich záření je patrně velmi důležitá v životě buněk a působí řadu zvláštností v růstu a vývoji buněk a celého organismu.

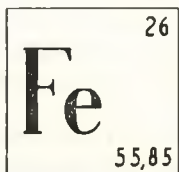
To jsou stránky z geochemie draslíku, tohoto lichého, bludného prvku. To je historie jeho pouti, která se uzavírá ve složitý koloběh.

O každém prvku je možno napsat takovou zkazku o jeho poutích v hlubinách i na povrchu země, v lidském průmyslu — ale u mnoha z nich unikají dosud jednotlivé články řetězu oku badatele. U mnohých můžeme napsat jen útržky, a historiku-geochemikovi budoucnosti patří úkol srovnat je v souvislou povídku. Historie draslíku je velmi jasná, protože všechna období života tohoto prvku jsou už vyjasněna.

Známe nejen jeho historii, máme také v rukou prostředky ke hledání jeho nalezišť, k technologii jeho využití, a zůstává tu ještě úkol vyřešit jeho význam v živých tělech, — který je jistě nejzajímavější a nejdůležitější stránkou jeho historie.

ŽELEZO A VĚK ŽELEZA

Železo je nejen základem celého světa, nejdůležitějším kovem přírody kolem nás, je také základem kultury a průmyslu, je zbrojí války i mírové práce. Ztěží bychom našli v celé Mendělejevově tabulce jiný prvek, který by byl tak spojen s minulými, dnešními i budoucími osudy lidstva. Pře krásně mluví o železe jeden z prvních mineralogů starého Říma, Plinius starší, který zahynul roku 79. při výbuchu Vesuvu, zadušen „prachem a popelem, vyvrženým z hory, chrlící oheň“, jak to o něm napsal mineralog Vasilij Severgin před více než sto lety. V jeho mistrném překladu čteme svěží stránky z historie železa, jak se rýsovala Pliniovi za dob starého Říma. „Kovkopové, kteří dobývají



železo, dávají člověku znamenitý i zhoubný nástroj. Neboť tímto nástrojem prorýváme zemi, sázíme keříčky, okopáváme ovocné sady, ořezáváme divoké odnože vinné révy a povzbuzujeme ji tak každoročně k zmlazování. Jeho pomocí stavíme domy, drtíme kameny a používáme železa ve



*Alchymistický znak železa
užívaný ve středověku.*

všech podobných případech. Tímtež železem se však pouštíme do šarvátek, bitek, krádeží, a to nejen zblízka, vrháme je i okřídlené do dálky; je to podle mého mínění nejneřestnější záludnost lidského rozumu. Neboť smrt byla okřídlena a železo opeřeno, aby smrt dříve dostihla člověka. Zodpovědnost za to bude připsána ne přírodě, ale člověku.“

Celou historií lidstva probíhá boj o železo, počínaje 3.—4. tisíciletím před začátkem našeho letopočtu, kdy se po první člověk naučil používat tohoto kovu. Snad sbíral z počátku kameny, spadlé s nebe, meteority, a opracovával je v nástroje, podobně jak to nacházíme u Azteků v Mexiku, u Indiánů Severní Ameriky, u domorodců v Gronsku i u obyvatel Blízkého Východu. Právem mluví stará arabská legenda o tom, že železo je nebeského původu. V koptickém jazyce se jmenuje železo „nebeský kámen“. Arabové opakují staré zkazky Egyptanů a vypravují, že do Arabské pouště padají s nebe kapky zlata, které se na zemi mění ve stříbro a pak v černé železo jako trest za války plemen o ovládnutí nebeských darů.

Dlouho se nemohlo železo rozšířit, protože bylo obtížné je tavit z rud, a meteoritů — nebeských kamenů — bylo málo. Teprve od prvního tisíciletí našeho letopočtu se člověk naučil tavit železnou rudu a bronzovou dobu nahradila doba železná, která pokračuje až do naší doby.

V složité historii života národů měl boj o železo stejně jako o zlato vždy ohromný význam, ale skutečné ovládnutí železa bylo pro metalurgii středověku nemožné stejně jako pro alchymisty; začalo teprve na začátku XIX. století a postupně vzrůstalo, dokud se železo nezměnilo v nejdůležitější kov průmyslu. S vývojem metalurgie změnily se malé píčky na vysoké železné

pece a na jejich místě pak vyrostly gigantické vysoké pece o kapacitě tisíce tun, jaké jsou v Magnitogorsku.

Ložiska železných rud se stala základem bohatství jednotlivých zemí. Ohromné zásoby železa o několika miliardách tun podnítily kapitalistickou válku. Vzpomínáme si, jak v sedmdesátých letech minulého století probíhala válka mezi Francií a Německem o ovládnutí miliardových zásob porýnských rudných ložisek. Před našima očima se odehrávaly epizody boje Anglie a Německa o onen podivuhodný důl v polárním Švédsku, který dává ročně deset milionů tun skvělých železných rud. Víme, jak postupně objevovalo Rusko své železné bohatství a jak je ovládalo počínaje Křivým Rohem a Uralem a konče zásobami v Kurské anomálii.

Četná naleziště na celé rozloze SSSR vytvářejí jeho mohutný průmysl, dávají kov na koleje, mosty, lokomotivy, hospodářské stroje a jiné nářadí mírové práce.

Číslo vzrůstu získané litiny a oceli dosahují již mnoha milionů tun ročně.

V době války se v jednotlivých bitvách vystřílelo v nábojích a bombách takové množství železa, jaké odpovídá celým ložiskům. V bitvě u Verdunu (1916) se změnilo bitevní pole v celé nové ložisko oceli.

Není divu, protože v této bitvě byly dny, kdy zbraně vystřelovaly za hodinu po stu, dvou stech tisících těžkých nábojů o váze zhruba $\frac{1}{2}$ tuny kovu. V bitvě o kov se postupně otvírají nové cesty dnešní metalurgie.

Železo i ocel se často nahrazují novými druhy vysoce kvalitní oceli, a vzácné kovy — chrom, nikl, vanad, wolfram, niob, kterých se přidává při tavení jen asi desetina procenta, zvyšují pevnost kovu, dodávají mu na tvrdosti, nepoddajnosti a stálosti.

V zápasu o zlepšení kovu, o nové chemické reakce v ohromných vysokých pecích a ocelárnách, se řeší jedna z hlavních úloh při boji lidstva o železo. Železo mu uniká z rukou; to není zlato, které se kupí v tresorech a bankách, jehož se ztrácí jen nepatrná

část. Železo není na zemském povrchu stálé, víme dobře, že se brzy pokrývá rzi. Stačí, ponecháme-li mokrý kus železa na vzduchu a brzy se pokryje rezavými skvrnami, stačí, opomíneme-li natřít železnou střechu olejovou barvou — a za rok je zničena ohromnými děrami. V zemi nalézáme železné nástroje starověku, přeměněné v hydroxyd železa: kopí, střely, brnění — vše to hyne a podrobuje se témuž zákonu oxydace železa vzdušným kyslíkem. Před člověkem je důležitý úkol; pokusit se o uchování železa.

Člověk bojuje nejen za zlepšení kvality kovu těmi příměsemi, o kterých byla řeč, zápasí také tím, že jej pokrývá vrstvou zinku či cínu, chromuje a nikluje důležité části strojů, barví je různými barvami a potahuje solemi fosforu. Člověk bojuje rozmanitými methodami, aby uchránil železo od okysličení působením vláhý a kyslíku, které nás obklopují. A musíme přiznat, že se mu to daří jen s obtížemi. Vymýšlí nové metody, upotřebí zinek a kadmium, hledá náhradu za zinek. Ale přírodní procesy postupují živelně dál a čím déle bude člověk dobývat železo z hlubin země, čím šíře bude rozvětřovat černou metalurgii, tím se bude muset víc starat o ochranu tohoto kovu.

Je to zvláštní — hovořit o ochraně kovu, železa, když se zdá, že je ho na světě tolik. A zatím se ještě nedávno scházely velké kongresy, kde geologové, kteří sečetli zásoby železné rudy, poukazovali na hrozící nedostatek železa. Předpovídali, že za 50—70 let

budou světová naleziště vyčerpána a lidstvo bude musít vzít místo tohoto kovu jiný. Mluvili o tom, že beton, hlína a písek nahradí železo na stavbách, v průmyslu i v životě. Ale čas plyne, měla by se už blížit léta, kdy by zásoby železa měly být vyčerpány — a geologové objevují stále nová naleziště železa. Zásoba železných rud v Sovětském svazu plně



uspokojuje sovětský průmysl a není ještě v dohledu konec nových objevů.

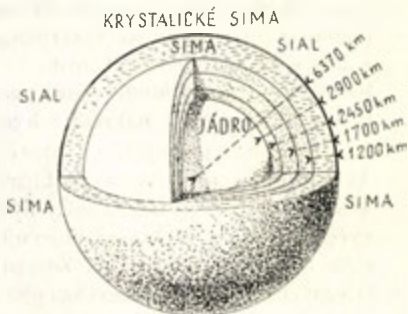
Železo patří k důležitým kovům vesmíru. Jeho čáry vidíme ve spektru všech kosmických těles, světélkuje nám v atmosféře žhavých hvězd, vidíme bouřlivé atomy železa, kolotající na slunečním povrchu, padají rok co rok na Zemi jako kosmický prach či železné meteority. V Arizoně, v Jižní Africe, v SSSR v povodí Podkamenné Tunguzky padly velkolepé kusy čistého železa, tohoto nejdůležitějšího kovu vesmíru. Geofysikové tvrdí, že celé jádro zemské je složeno ze železa a niklu, a že zemská kůra je pouze jakási pěna, jako ona sklovitá struska, která vytéká z pece při vytavení litiny.

Průmyslu nejsou však ještě dostupny ani ohromná množství železa vesmíru, ani jsme ještě nedosáhli ložisek v hlubinách naší planety — žijeme a pracujeme na tenounké slupce země, a naši metalurgové mohou počítat jen s několika sty metry hloubek, ze kterých mohou naši horníci dobývat železnou rudu.

Zatím nám geochemici odhalují historii železa. Ukazují, že i zemská kůra je složena ze čtyř a půl procenta železa a že z ostatních kovů v přírodě kolem nás je jen aluminia více než železa. Víme, že je součástí roztavených hmot, které chladnou jako olivínové a čedičové těžké prvotní horniny (sima).

Víme, že poměrně málo železa je v žulových horninách sialu,

už jejich světlá růžová či zelená barva mluví o tom, že je obsah železa v žulách malý. Ale na zemském povrchu



Schema stavby zeměkoule. Sima — horniny bohaté na křemík, magnesium a železo (čedičový typ). Sial — horniny bohaté na křemík a hliník (žulový typ). Pod simou položen rudný obal a železné jádro.

hromadí složité reakce stále ohromná množství železné rudy. Některé se tvoří v subtropích, kde se období tropických dešťů střídají s jasnými slunečními dny žhavého léta. Tam se vymývá z hornin všecko, co je rozpustné, a tvoří se shluky nebo povlaky rud železa a hliníku.



Starý dřevoryt z roku 1497. Skály z magnetovce vytahují hřeby z korábu jenž tone.

Víme, že do jezer severských zemí — v Kanadě a v Karelofinské republice — přinášejí jarní záplavy množství rud z rozmanitých hornin a že se na dně jezer usazují zrnka nebo celé chuchvalce železa činností železitých bakterií. Tak vznikaly v močálech v hlubinách moří, na povrchu vyprahlých pouští v dlouhých geologických dobách naší země vrstvy železných rud, a není pochyby, že v mnoha případech má právě rostlinný a živočišný svět vliv na jejich vznik.

Tak vznikla ohromná a nejčistší naleziště kerčské rudy, tak byly vytvořeny pravděpodobně i velké zásoby železné rudy Křivého Rohu a Kurské anomalie.

Tyto rudy však byly uloženy ve hloubi tak dávno, že žhavý dech hlubin dokázal změnit jejich stavbu; místo rezavého hnědele, jako v Kerči, nebo červených povlaků, jako na pamírských nalezištích, nacházíme již změněné černé rudy ocelku nebo magnetovce.

Putování železa nekončí na zemském povrchu. Je pravda, že se hromadí jen málo v mořské vodě — přesněji, mořská voda téměř neobsahuje železo. Ale na zemském povrchu cestuje železo v potocích a řekách, jezerech a bažinách a rostliny nacházejí všude tento prvek, bez něhož by byl jejich život nemožný.

Zkuste jen odstranit železo z květináč s rostlinami; uvidíte, že

květy ztratí brzy barvu i vůni, listy zežloutnou a začnou schnout. Chlorofyl, v němž je všechna síla živé buňky, který dobývá uhlík z kyslíčnatého uhlíkatého, uvolňuje kyslík do vzduchu — nemůže být bez železa.

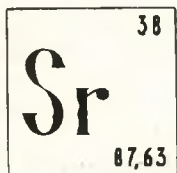
Tak pokračuje v rostlinách, v živých organismech koloběh železa na zemi, a červené krvinky v krvi člověka jsou jen jednou ze zastávek v pouti tohoto kovu, bez něhož by nebylo života ani mírové práce.

STRONCIUM — KOV RUDÝCH OHŇOSTROJŮ

Kdo by neznal překrásné bengálské ohně a zářivé rakety, jejichž červené jiskry a hvězdy zvolna hasnou ve výši, střídající se s jasnými zelenými ohni?

O velkých svátících hoří a šlehá tisíce ohňů, točí se raketová slunce, svištěcí rakety protínají noc rudým, zeleným, žlutým či bílým plamenem. Rudé ohně raket stoupají nad moře z korábů v okamžiku nebezpečí, jsou shazovány s letadel při noční signalizaci, mluví šifrovanou řečí na přípravách nočních útoků a bombardování.

Málokdo ví, jak se dělají tyto jasné „bengálské“ ohně, které dostaly jméno z Indie: tam vnukali chrámoví kněží náhlou hrůzu věřícím, kteří se modlili v přítomnosti pohanského chrámu, zapalující v šeru tajemné mrtvolně zelené či krvavě rudé ohně.



Každému není známo, že máme tyto ohně ze solí kovů stroncium a barya, dvou význačných těžkých zemin, které dlouho nedovedli rozpoznat jednu od druhé, dokud se nepřišlo na to, že jedna svítí v ohni zelenožlutě a druhá jasně červeně. Pak se už brzy naučili dobývat těkavé soli těchto

dvou kovů, míchat je s chloridem draselným, uhlím a sírou a hnísti z této směsi kuličky, válece a pyramidy, jimiž se plní rakety a patrony ohňostrojů.

To je jedna z posledních stránek dlouhé a spletené historie těchto dvou prvků. Možná, že by vás nudilo, kdybych vám začal vypravovat podrobně o dlouhé cestě, kterou procházejí atomy stroncia a barya v zemské kůře, počínaje roztavením žulového a basického magmatu a konče jejich průmyslovým využitím v cukrovarnictví, ve zbrojním průmyslu, při hotovení ohňostrojů a v kovodělném průmyslu.

Už jako student moskevské university jsem si přečetl v jednom volžském časopise podivuhodné vyprávění kazaňského revolucionáře — vědce o stronciových nerostech. Tento nadaný mineralog vypravoval o tom, jak sbírali s přítelem na břehu Volhy krásné modré krystaly celestinu. Vyprávěl o tom, jak vznikly tyto azurové krystaly z atomů, rozptýlených v permském vápenci, jaké mají vlastnosti a jak se dají upotřebit. Toto krásné vypravování se mi tak vrylo do paměti, že jsem po mnoho desítek let vzpomínal na azurový nerost celestin, nazvaný podle latinského „coelum“ — nebe, díky svému nebesky modrému zbarvení.

Snil jsem mnoho let o tom, že najdu tento kámen, a povedlo se mi to v roce 1938. Nečekaný nález mi opět připomněl krásné vyprávění.

Odpočívali jsme v Kislovodsku na Severním Kavkazu. Nemohl jsem po těžké nemoci ještě chodit po horách — a přece mě to táhlo k horám, lomům a odkryvům.

Vedle našeho sanatoria stavěli novou budovu krásného domu odpočinku. Zdobili ji růžovým sopečným tufem, přivezeným z Arménie, z osady Artik, po níž dostal jméno. Zeď a bránu zdobili nažloutlým dolomitem, který přesně opracovávali kladívky, tepající ozdobné ornamenty. Zvykl jsem si chodit na stavbu a dlouho se dívat na dělníky, kteří otloukali dovedně dolomitové balvány. „V tomhle kameni,“ povídá jeden z nich, „bývají pro-

tivné tvrdé hlízy, říkáme jim kamenný mor, protože vadí v práci. Vytesáváme je a házíme tamhle na hromadu.“

Šel jsem se podívat a tu jsem najednou v rozbité hlíze uviděl jakýsi modravý krystalek: hej, to byl opravdový celestin! Kouzelná, průzračná, azurově modrá jehlička, jako jasný safír z Ceylonu, jako chrpa, vybledlá na slunci!

Vypůjčil jsem si od dělníka kladivo, rozbíjel zahozené hlízy a oněměl nadšením: přede mnou ležely divukrásné krystaly celestinu. Vystýlaly celými trsy azurové barvy prázdné dutinky hlíz.

Mezi nimi ležely bílé, průzračné krystaly vápence a samotná pecka byla tvořena křemenem a šedým chalcedonem, který tvořil pevnou obrubu celestinového náhrdelníku.

Vyptával jsem se dělníků, kde byl ten dolomit vytěžen. Ukázali mi cestu do lomu. Neuplynuly ani dva dny a už jsme časně ráno sedli na typický kavkazský vozík a jeli zaprášenou cestou tam, kde se dobývá dolomit.

Jeli jsme údolím bouřlivé říčky Alikonovky, jeli kol krásné budovy „Zámku záludů a lásky“. Údolí se zúžilo a měnilo v průrvu, na srázných svazích se ukázaly lavice vápenců a dolomitů a brzy jsme uviděli lomy s navršenými haldami vylámaného kamene.

Nejdříve se nám nedařilo. Hlízy, které jsme roztloukali, nelituji rukou, měly krystalky vápence, křišťálu, s bílým či šedým opálem a poloprůsvitným chalcedonem. Ale nakonec jsme přece našli ono místo. Kladli jsme vedle sebe jeden vzorek azurově modrého celestinu za druhým, snášeli je opatrně dolů, pečlivě balili do papíru a znovu lezli po haldách, sbírajíce kouzelné vzorky. Přinesli jsme je s hrdostí do sanatoře, vybalili, umyli — ale stále nám to bylo málo. Uběhlo jen několik dní a znovu jsme se trmáceli na koni za azurovým celestinem.

Měli jsme pokoj už přeplněný balvany dolomitu s azurovými očky a stále jsme ještě nosili nové a nové vzorky. Vzbudilo to zvědavost u sousedů a ostatních pacientů. Všichni se zajímali

o azurový kámen, někteří šli dokonce po našich stopách do dolomitového lomu a přinesli k naší závisti také krásné vzorky.

Nikdo nevěděl, proč ten kámen vlastně sbíráme. A jednou, když byl klidný večer, poprosili mě churaví přátelé, abych jim pověděl, co je ten azurový kámen, proč se vytvořil v žlutavém dolomitu Kislovodska a jakou má cenu. Sešli jsme se v útulném pokoji, rozložili vzorky — a já, poněkud uveden do rozpaků neočekávaným posluchačstvem, z něhož mnozí ani neznali chemii, natož mineralogii, jsem začal vyprávět:

Před několika desítkami milionů let byly mocné vlny jurského moře až do kavkazských hřbetů, které stály už tehdy. Hned ustoupilo, hned zase znovu smáčelo břehy horského pásma, rozrušovalo žulové skály a ukládalo na břehu onen červený písek, kterým se teď sypou cestičky kolem sanatoře.

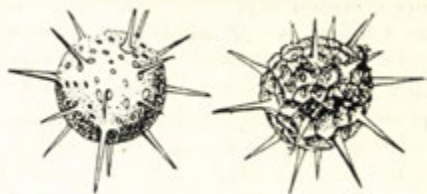
V mělkých zálivech a v povodí divokých řek, které stékaly s úbočí příkrého Kavkazu, se tvořila velká solná jezera, moře ustupovalo na sever a na jeho dřívějším dně, na dně jezer, limanů a odškracených zálivů se usazovaly hlinité nánosy a písky, ukládaly se vrstvičky sádrovce a někde i kamenné soli.

Ve větších hloubkách se usazovaly rozsáhlé vrstvy žlutého dolomitu, který znají všichni Kislovodci ze skvělého schodiště k Rudým kamenům a z překrásných budov sanatoře ministerstva uhelného průmyslu. Tento dolomit tvoří dnes mocné vrstvy rovnoměrně žluté, šedé a bílé barvy.

Spletité byly osudy moře, z něhož se usadily tyto sedimenty. Břehy se hemžily živými bytostmi. Byli bychom se tu mohli těšit pestrým obrazem života, který nás překvapuje na březích Středozemního moře či v Kolském zálivu.

Rozmanité modrozelené a rudé chaluhy, raci poustevníci s krásnou skořápkou, ulity a krunýře nejrozmanitějších forem a barev — všechno to pokrývalo a oživovalo skály. Ve vodě se ukazovaly mořské ježovky s červenými ostny, pěticípé hvězdice s klikatými rameny, rozmanité meduzy...

Na dně mořského pobřežního pásma žily na skalách a kame-



Mřížovec Acantharia, jehož jehlice jsou ze síranu strontnatého

nech v úžasných množstvích radiolarie; některé byly průzračné jako sklo a byly z čistého opálu, tvořily malé bílé kuličky sotva milimetr velké na jemném stvolu, třikrát delším než čepel. Byly přisedlé na kamenech, na krásných porostech sasanek, pokrývaly i bodliny ježovek, putující s nimi po mořském dnu.

Byly to znamenité radiolarie — Acantharie, jejichž kostra měla 18—32 jehliček. Dlouho se nevědělo, z čeho jsou složeny, a jen náhodou se ukázalo, že jsou tvořeny ne křemenem, ne opálem — ale síranem strontnatým.

Nesčetné radiolarie hromadily složitými životními pochody síran strontnatý, získávající jej z mořské vody, a stavěly z něho své jehličky. Odumřelé pak klesaly na mořské dno.

Tak vzniklo nahloučení jednoho ze vzácných kovů, který se dostal do mořské vody na pobřeží z rozrušených žulových masivů, z oněch bílých živců, které jsou součástí kavkazských granitů.

Snad bychom se nikdy nedověděli o existenci těchto Acantharií v mělkých mořských vodách a chemici by si ani nevzpomněli na to hledat stroncium v dolomitech našich lomů, kdyby v těch dávných geologických dobách neporušil nový převrat klid starých jurských uloženin.

Kavkaz znovu ožil vulkanickou činností. Znovu se vylily roz-tavené hmoty, tvořila se nová horská pásma, na puklinách a zlomech se draly na povrch horké páry a teplé prameny a v Oblasti minerálních vod vznikly jako ohromné lakkolity

hory Beštav, Železná, Mašuk a jiné, vyzdvihující křídové a třetihorní vrstvy.

Horký dech hlubin pronikal vápenci, ložisky sádrovce a solí, tvořil celá podzemní moře a řeky minerálních vod, buď chladných, nebo i teplých podzemním žářem. Tyto vody pronikaly dolomity a vápence starých usazenin a nutily je k překrystalování, k vytvoření toho krásného a pevného dolomitového kamene, z něhož se stavějí kyslovodské domy.

Vlivem složitých reakcí přešly rozptýlené atomy stroncia ze zbytků radiolarií do roztoku v dutinkách jurských dolomitů a vyrostly v krystalky celestinu.

Tak vznikaly po tisíciletí naše celestinové geody a teprve teď, když k nim pronikají chladné roztoky zemského povrchu, blednou celestinové krystaly, kalí se, rozpadají — a atom stroncia začíná znovu putovat po zemském povrchu na cestě za novými, pevnějšími sloučeninami.

Obraz, který jsem tu načrtl o historii kyslovodských celestinů, se opakuje v mnoha oblastech SSSR. Všude, kde se měnila v dějinách zemské kůry moře v solná jezera a kde mizely velké mořské nádrže, menší moře a slaná jezera, hynuly kuličky Acantharií a z jejich jehliček vyrostly za desítky milionů let krystaly stroncia.

Sevřeným kruhem celestinových hornin jsou opásány hřbety Střední Asie, ve starších mořích silurských vznikly stejné krystaly v Jakutské republice, ale největší naleziště vznikla v mořích permského útvaru, kdy se uložilo ohromné množství celestinů ve vápencích Povolží a Severní Dviny.

Nebudu už vypravovat o tom, co se děje dál v zemské kůře s krystalky celestinu. Mnoho se jich, jak jsme viděli, začne rozpouštět, jejich atomy mizí v půdě, jsou odnášeny vodami, rozptylují se v nekonečných prostorách oceánů, hromadí se znovu v solných jezerech a mořských limanech, staví znovu jehličky Acantharií a vyrostou po milionech let znovu v krystalky celestinu.

V této neustálé změně chemických procesů zachycuje geochemik ze složitého řetězu přírodních jevů jen jednotlivé stránky, které náleží k sobě, jednotlivé články řetězu. Musí proniknout zkušeným okem, podrobnou analýsou i hlubokou vědeckou myšlenkou do složitých cest koloběhů prvků ve vesmíru. Podle útržků rozeznává celé stránky, a z jednotlivých stránek sestavuje onu velkolepou knihu o chemismu Země, která nám vyprávuje od začátku do konce, jak putuje atom v přírodě, jakou má společnost na této cestě, kde se ukládá ke klidné či méně klidné smrti v tuhých krystalech nebo kde rozptýlené krystaly věčně mění své společníky a přecházejí znovu v roztok, věčně se tříštíce ve velkém prostoru přírody.

Geochemik musí pochopit tyto složité cesty atomu. Pomocí jemného krystalku se musí dostat jako po jemné nitečce k začátku klubka. Copak lze dnes mluvit o počátcích osudu stroncia? Kde a jak se zrodily jeho atomy v dějinách vzniku světa? Proč září jeho čáry zvlášť jasně v některých hvězdách, odkud jsou čáry stroncia v jasných paprscích slunce? Jak se tento kov nashromáždil na povrchu země, kde se vzal v žulovém magmatu, proč se zároveň s vápníkem nakupil v bílých krystalech živců?

To všechno jsou otázky, které geochemik ještě nedovede zodpovědět. Nemůže o tom vyprávět tak jasně, jako jsem mohl já vyprávět zkazku o azurových krystalech kislodského celestinu.

Stejně málo může povědět o posledních stránkách historie stronciových atomů. Dlouhý čas si člověk stroncia nevšímal. Někdy je upotřebil na rudé ohně, ale na to nebylo třeba mnoho stronciových solí ze zemských hlubin. Ale jeden z chemiků našel úspěšné upotřebení stroncia v cukerním průmyslu. Zjistil, že stroncium tvoří s cukrem zvláštní sloučeninu, sacharát stroncia a že jej můžeme se zdarem použít k čištění cukru od melasy. Náhle stoupl dalekosáhlé využití tohoto kovu, jeho dobývání dosáhlo v Anglii a Německu ohromných rozměrů, ale jiný chemik zjistil, že se může místo stroncia použít lacinějšího vápníku. Ukázalo se, že je stronciová metoda k nepotřebě a začalo se zase na

ně zapomínat. Doly byly zasypaný, a jen někde vyráběli z jeho solí bengálské ohně.

Tu došlo k imperialistické válce 1914—1918. Bylo potřebí mnoho signalizačních raket, rudé ohně, pronikající mlhu, byly nezbytné k osvětlování velkých prostranství, pro světlomety k sestřelování letadel, reflektory pronikaly tmou pomocí stronciových solí.

Pro stroncium se našlo nové upotřebení.

Pak se metalurgové naučili dobývat kovové stroncium, které stejně jako kovový vápník a baryum čistí černý kov od škodlivých plynů a příměsí. Začali jej užívat v černé metalurgii. Chemici, technologové-metalurgové se začali znovu zajímat o stroncium a teď, kdy vám toto vyprávím, prohledávají geochemici znovu jeho ložiska, studují jeho výskyt v jeskyních Střední Asie, dobývají jeho soli ve velkých dolech, získávají je z minerálních vod — zkrátka stroncium se stalo znovu průmyslovým prvkem v našem hospodářství.

Jak se vyvine jeho další osud, nevíme. Jak první, tak i poslední stránky historie tohoto kovu jsou nám, geochemikům, ještě neznámé.

Tím jsem skončil vypravování o azurovém kamenu posluchačům v sanatoriu. Modré krystalky, nikomu nepotřebné, se změnily v jejich očích v článek naší socialistické výstavby. Všichni začali sympatizovat s našimi ranními vyjížděkami do lomů, dokonce i šéflékař přestal bruchet, že jsme přeplnili celý pokoj kamením a že rušíme posvátné řády sanatoria.

Tenkrát jsem také napsal vyprávění o celestinu. Je otištěno v mé knížce „Vzpomínky na nerosty“. Těm, kdo se nenudili při čtení této kapitoly, radím, aby si přečetli i to vypravování, aby si lépe vstřípili v paměť, jaký překrásný kámen je náš azurově modrý celestin!

CÍN — KOV KONSERVOVÝCH KRABIC

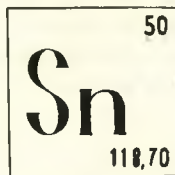
Cín je člověku znám už dávno. Už pět či šest tisíciletí před začátkem našeho letopočtu, na začátku bronzové doby, se člověk naučil tavit cín, daleko dříve, než se naučil tavit a opracovávat železo.

Cín nacházíme v přírodě hlavně v podobě kysličníku cínitého, který tvoří krásné krystaly, tvrdé jako křemen, s čtvercovým průřezem — krystaly cínovce, kassiteritu. Nepatrná příměs železa dává nerostu černohnědou barvu, pro něj velmi typickou. V přírodě se tento nerost tvoří nejdříve v rozrušených žulách působením horkých par fluorovodíkové kyseliny. Zdá se, že to byl hlavně fluor, který uvolnil cín v podobě snadno těkavého fluoridu cínitého, jenž se při styku s vodní parou štěpí a tvoří cínovec.

Žuly obsahující cín a stejně tak křemenné žíly s cínem se mohou rozpadat, ale přitom se kassiterit nemění a klesá v náplavu, kde vytvoří díky vysoké specifické váze (je sedmkrát těžší než voda) shluky pod písčitými nánosy. Tak vznikají druhotná ložiska, mající značnou průmyslovou důležitost.

Cínovec, žíhaný s uhlím, se už při poměrně nízké teplotě mění v kovový cín. Tento starý způsob dobývání cínu se zachoval v průmyslu až dodnes. Okolnost, že se cín taví při značně nižší teplotě než železo, osvětluje, proč se člověk naučil tavit cín dříve než železo a proč byla před dobou železnou doba bronzová.

Čistý cín je měkký a málo pevný, není příhodný pro zpracování. Ale jeho nazlátlá slitina s mědí (10 % cínu, 90 % mědi), zvaná „bronz“, se vyznačuje skvělými vlastnostmi. Je tvrdší než měď, dobře se odlévá, je kujná a snadno opracovatelná. Tyto vlastnosti zabezpečily bronzu v dávné době velké rozšíření, takže archeologové pojmenovali po něm celou



epochu dobou bronzovou. Tehdy byly zbraně i domácí nářadí, nádoby a ozdoby vyráběny z bronzu. A nebyly to jen předměty užitkové — člověk tvořil z bronzu i umělecké předměty. V tomto odvětví si zachoval bronz do dneška svůj význam. Později se z bronzu razily peníze a lily zvony a děla.

Při archeologických vykopávkách dávných sídlišť nacházejí se mezi jinými předměty také dobře zachované věci z bronzu: domácí nářadí, peníze, bronzové sošky. Je třeba zjistit, zda tyto sošky vznikly na místě, nebo byly dovezeny. Cenná data tu mohou dát chemické analýsy. Čištění kovu v dávných dobách bylo nedokonalé a dnešními přesnými methodami je možno v něm najít mnoho příměsí. Podle jejich složení se může soudit na ložiska, ze kterých byly dobytý měď a cín, jejichž slitím vznikla bronz. Podaří-li se historiku a archeologovi prokázat, že se bronzové předměty vyráběly na místě, pak má geolog a geochemik ihned pátrat po výskytu cínu v této oblasti. Tak můžeme najít zapomenuté naleziště cínu.

Kovový cín může existovat v různých formách, stejně jako se uhlík může vyskytovat v podobě diamantu, tuhy a uhlí. Tak zvaný bílý cín je nestálý při nízkých teplotách a rozpadá se v šedý práškový kov. Cínové předměty, které mají často velkou museální cenu, se začínají při trvalém ochlazení měnit v šedý kovový prach a rozpadnou se. Je to tak zvaný „cínový mor“, který zničil nemálo drahocenných předmětů. Teď už člověk prostudoval tento způsob překrystalování a úspěšně s ním bojuje.

Dnes není význam cínu v bronzu, který byl už dávno vytlačen z běžné potřeby železem a jinými kovy, a používá se jen v omezeném množství (4%) na ložiska strojů. Ze sta tisíc tun cínu, které jsou dobývány ročně ve světě, jde 40.000 tun, t. j. 40% na plech a 20.000 (20%) na letovací pájku. Tak se z příměsí mědi změnil cín na příměs železa, propůjčuje mu chemickou stálost.

Dnes už můžeme říci, že si cín odbyl svou „bronzovou dobu“ a stal se kovem konzervových plechovek.

Rozmachem konzervářství značně vzrostla potřeba bílého

plechu. Bílý plech, to je železný plech, pokrytý tenkou vrstvou cínu, asi setinu milimetru silnou. Pocínování chrání plech a plechovky před zrezavěním. Čistý cín se nerozpouští tekutinou z konzerv a je pro zdraví člověka prakticky neškodný. Žádný jiný povlak nemůže konkurovat co do trvanlivosti cínu. A tak se vynakládá ohromné množství cínu na potažení konzervových plechovek, které chrání před zrezivěním.

Po upotřebení se plechovky od konzerv zahazují. Člověk si na jedné straně dá velkou práci s vypátráním a dobýváním cínu, a na druhé straně jej rozhazuje s prázdnými plechovkami. Železo zrezaví a cín se vrátí zpět do země. Při tom je hledání cínu velmi obtížné. Jeho nerostů je málo (známe jich 15—20) a vyskytují se jen vzácně. Úhrnné množství cínu v kůře zemské je jen šest tisícín procenta, což je stejné množství, jako vzácného prvku beryllia.

Stará naleziště cínu byla v Asii a také v Evropě na jihoanglických ostrovech, které se nazývaly „Kassiteridy“. Těžko říci, dostal-li nerost kassiterit, jméno po ostrovech, nebo zda byly ostrovy pojmenovány podle řeckého „kassiteros“, které ještě Homér používá v Iliadě k označení jakési slitiny s cínem. Je zajímavé, že se na anglickém poloostrově Cornwallu nachází kassiterit zároveň s měděným nerostem chalkopyritem, takže se tavením těchto rud může dostat přímo bronz.

Hlavním nalezištěm cínu, které dává více než polovinu světové těžby, je poloostrov Malakka v Indočíně, kde je známo více než 200 nalezišť v žulách a ohromná množství bohatých náplavů. Tato druhotná ložiska se zpracovávají hydraulicky, pouští se do nich silný proud vody z mocných strojů nebo monitorů. Tekuté bláto, tvořené směsí rozmanitých minerálů, teče do zvláštních příkopů, kde je mícháno domorodými dělníky, hlavně dětmi. Těžký kassiterit se zadržuje na prazích, odkud je čas od času vybírán. Dobývání je, jak vidíme, primitivní. Koncentrát, kde je 60—70% cínovce, se pak vozí do závodů, kde se taví cín.

Až do války patřilo 80% vší produkce Angličanům a tavilo se v singapurských závodech. Tvrdé boje o Singapur ve druhé svě-

tové válce ukazují na přání Japonců uchvátit co nejdříve cín do svých rukou, protože byl potřebný jak přímo Japonsku, tak i pro obchod s Německem, které mělo o cín nouzi.

Podívejme se na mapu světa — pásy cínonosných žul a s nimi souvisících nalezišť cínu, wolframu a vismutu se táhnou po pobřeží Tichého oceánu. Z jihu na sever jsou to ostrovy: Banka a Billiton, poloostrov Malakka, Siam, Jižní Čína. Zde však pás nekončí — jde na severovýchod do Sovětského svazu, poskytuje řadu nalezišť v Zabajkalí a Jakutsku.

Geochemie se snaží zjistit příčiny vzniku těchto pásů, v nichž se rozkládají bohatá naleziště cínu a jiných prvků, protože náš průmysl má o cín velkou nouzi.

JOD — VŠUDYBYL

Víme, co je to jod, potřebujeme ho, když si poraníme prst, ve stáří přijímáme jeho hnědočervené kapky zároveň s mlékem. Jod je všeobecně známý lék — a přece víme tak málo a nepřesně, co jod skutečně je a jaké má poslání v přírodě.

Je těžko najít prvek, který by byl tak plný hádanek a protikladů jako jod. A ještě nad to: víme o něm tak málo a tak špatně známe hlavní body jeho koloběhu, že se dosud jeví nepochopitelným, proč se léčíme právě jodem a odkud se vzal na zemi.

Musíme říci, že již D. I. Mendělejev, náš velký chemik, se setkával s nepříjemnými zvláštnostmi vlastností jodu. Mendělejev rozdělil už své prvky po pořádku podle atomové váhy, ale jod s tellurem rušili tento pořádek. Tellur byl před jodem, přesto že je jeho atomová váha vyšší. A tak to zůstalo dodnes.

Jod a tellur jsou téměř jedinými prvky, které ruší harmonii Mendělejevova zákona.

I	53
	126,92

Ted' se už ovšem domýšlíme, kde to asi vězí, ale po mnoho let to bylo nepochopitelnou výjimkou, a nejednou říkali Mendělejevovi kritici jeho skvělé theorie, že si představuje prvky, jak se mu to hodí.

Jod je látka tuhá, tvoří šedé krystalky s opravdu kovovým leskem. Prosvítá fialovou barvou, jako by to byl kov; umístíme-li krystalky jodu do skleněného flakonu, uvidíme brzy v horní části skleničky fialové páry: jod lehce prchá, sublimuje, nepřecházejí ve skupenství kapalné.

Tady máme první zřejmý protiklad — a hned za ním jsou další. Barva par je tmavofialová — a sám jod je šedě kovový. Soli jodu jsou zcela bezbarvé a vypadají jako obyčejná kuchyňská sůl; jen některé z nich mají světležlutý odstín. — Druhé záhady jodu.

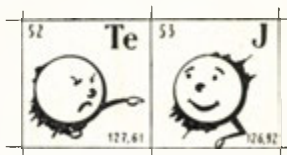
Jod je neobyčejně vzácný prvek. Geochemikové vypočetli, že obsah jodu v kůře zemské je všeho všudy jedna či dvě stotisíciny procenta — a přece je jod všudypřítomný. Možná, že můžeme ještě jasněji říci: není nic ve světě kolem nás, kde by přesné analytické metody nakonec neobjevily aspoň několik atomů jodu.

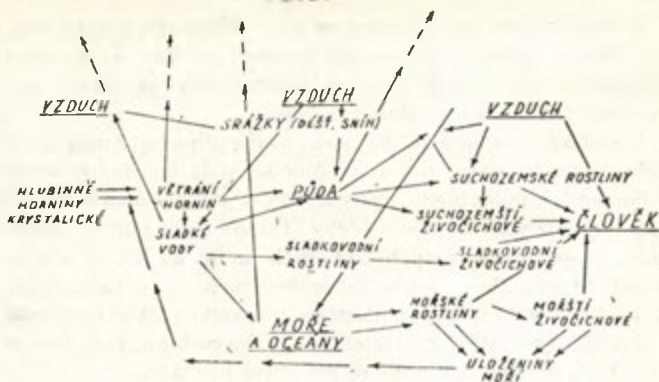
Vše je proniknuto jodem, půda i horniny, i nejčistší krystaly průzračného křišťálu či islandského dvoulomného vápence mají v sobě četné atomy jodu.

Značné množství je obsaženo v mořské vodě, velmi mnoho v půdách, v tekoucích vodách, ještě více v rostlinách, zvířatech i člověku. Dýcháme jod ze vzduchu, který je prosycen jeho parami; tělu přinášíme jod vodou a jídlem.

Bez jodu nemůžeme žít. Je pochopitelné, že si klademe otázku, proč je jod všudypřítomný, kde je jeho zdroj a z jakých hlubin Země byl k nám vynesena ten vzácný prvek?

Zatím ani nejpodrobnější analýsy a měření nemohou vystopovat jeho tajemný zdroj, neboť neznáme ani v hlubinných horni-





Koloběh jodu na zemi

nách, ani ve výlevných magmatech jediný jodový nerost. Geochemici kreslí obraz objevení se jodu na Zemi asi takto: Kdysi, dříve ještě, než začala geologická historie Země, když se naše planeta pokryla první pevnou kůrou, zahalovaly těkavé páry rozmanitých látek hustými oblaky horkou zeměkouli. Tenkrát se uvolnil jod zároveň s chlorem z roztaveného magmatu země, tehdy byl zachycen prvními proudy sražených vodních par a první oceány hromadily v sobě jod z ovzduší Země.

Bylo-li to tak nebo ne — ještě nevíme. Víme jen jedno, že i jeho rozložení na zemském povrchu je plné záhad. V Arktidě a na vysokých horách je jodu poměrně méně, v nížině a na mořském pobřeží se množství jodu v horninách zvyšuje, a ještě více se hromadí v pouštních útvarech, v solích velkých pouští Jižní Afriky či Atakamy v Jižní Americe nacházíme skutečné nerostné sloučeniny jodu.

Jod je rozptýlen i ve vzduchu, přesná analýsa ukázala, že je tam rozvrstven podle přesných zákonů; jeho množství se mění s výškou. Ve výškách Pamiru a Alp nad 4000 metry je jodu daleko méně než na úrovni Moskvy či Kazaně.

Kromě toho známe jod nejen na zemi. Známe jej z meteoritů, které k nám padají z neznámých prostor vesmíru. Ve sluneční atmosféře a v atmosféře hvězd jej hledají vědci už dávno i pomocí nových method — dosud marně.

V mořské vodě je jodu dostatek: na litr připadají 2 miligramy jodu; to už je patrné množství. Mořská voda houstne u břehů v limanech a pobřežních jezerech, tam se soli hromadí a pokrývají bílým povlakem ploché břehy. Takové solné nánosy máme dobře prostudovány na pobřeží Černého moře, na Krymu a v jezerech Střední Asie. Jenže jod v nich není — někam zmizí. Nějaká část jodu se kupí v jílech na dně, velká část se vypaří do vzduchu a jen malá část se udrží ve zbylém roztoku. Tam, kde se vrství soli draslíku a bromu, se jod téměř neukáže.

Někdy se však na březích slaných jezer a moří vyvine rostlinstvo, tvoří celé lesy chaluhy, které pokrývají pobřežní balvany. V těchto rostlinách se hromadí jod jakýmsi nepochopitelnými biochemickými pochody, a na tunu chaluhy připadá několik kilogramů jodu. V některých mořských houbách je množství jodu ještě vyšší, dosahuje až 8—10 %.

Naši badatelé zvláště dobře prostudovali břehy Tichého oceánu. Na tisíci kilometrech pobřežní oblasti žcnou vlny zvláště na podzim na břeh ohromná množství chaluhy — „mořského zelí“: na 300.000 tun. Tyto hnědé řasy obsahují mnoho set tisíc kilogramů jodu. Jsou sbírány, část se zužitkuje na jídlo, část je opatrně spalována a dobývá se z ní jod a potaš.



Schema rozšíření onemocnění volec v USA a obsah jodu ve vodě: kde je málo jodu, tam je mnoho případů onemocnění. Bílé — obsah jodu v pitné vodě od 3—20 biliontín, nemocných 0—1 na 1000 obyvatel ročně. Svislé šrafování — obsah jodu ve vodě méně 2—9 biliontín — volec je více 1—5 případů. Šikmé šrafování — jodu je ve vodě 0.5—2 biliontín, volec 5—15 případů a konečně černá místa — jodu je 0—0.5 biliontín — onemocnění je 15—30 na 1000 obyvatel.

Tím však nekončí pohyb jodu v zemské kůře. Vynášejí nám jej i naftové zdroje: u Baku se tvoří celá jezera odpadových vod, z nichž se nyní dobývá jod. Také některé sopky jej přinášejí ze záhadných hloubek. Jsou to rozmanité osudy tohoto prvku a je těžké vykreslit úplný a souvislý obraz života a putování toho věčně pohyblivého atomu přírody.

Tak padl jod člověku do rukou, a vzniká nová záhada: léčíme jodem, zastavujeme krev, hubíme mikroby, chráníme ránu od nákazy — a přitom je jod velmi jedovatý, jeho páry silně dráždí sliznice. Nadbytek tekutého či krystalického jodu může být člověku i smrtelný. A nejpodivuhodnější je, že bývá pro zdraví člověka ještě hůře, když je jodu nedostatek. Lidský organismus a pravděpodobně i organismus mnoha zvířat potřebuje určité množství jodu. Víme, že se nedostatek jodu projevuje v některých krajích zvláštní nemocí, které se říká vole. Touto nemocí trpí obvykle obyvatelé vysokých horstev. Známe i v Centrálním Kavkazu a na Pamiru celé vesnice, kde je tato nemoc značně rozšířena. Je dobře známa v Alpách.

V poslední době zjistili američtí badatelé výskyt této nemoci také v Americe. Ukázalo se, že mapa rozšíření tohoto onemocnění a mapa poměrného obsahu jodu ve vodě by se navzájem doplňovaly.

Lidské tělo je velmi citlivé na jod, a snížení jeho obsahu ve vzduchu a ve vodě se hned odráží na jeho zdraví. Vole se naučil člověk léčit přidáváním jodových solí.

Také cesty získávání jodu pro průmysl jsou velmi zajímavé; šíří se a rozvíjejí každým rokem. Na jedné straně byly objeveny sloučeniny jodu s ústrojnými látkami, které tvoří neproniknutelný pancíř proti průchodu Roentgenových paprsků. Tyto slouče-



niny, vstříknuté do organismu, dovolují fotografovat zvlášť přesně vnitřní tkáň.

V posledních letech jsme poznali zcela jiný způsob upotřebení jodu. Zvláštní význam má upotřebení jodu v celuloidu, kde se speciální soli jodu upotřebují v podobě drobných jehličkovitých krystalků. Tyto jehličkovité krystalky se rozloží v celuloidu tak, že světelné vlnění nemůže jimi projít ve všech směrech. Dostaneme to, čemu se říká polarisované světlo. Mnoho let byly budovány zvláštní a drahé polarisační mikroskopy — a teď byly díky tomuto novému filtru — polaroidu — vynalezeny v Moskvě skvělé lupy, jež nahradí celý mikroskop. Můžeme jimi pracovat na výpravách přímo v terénu. Spojením dvou tří polaroidů můžeme dostat jasné zbarvení kreseb — a mně připadá jako zázrak dekorativní promítací plocha v biografu, kde se docílí otáčením polaroidů překrásných barevných efektů, které budou hrát všemi barvami slunečního spektra. Bude-li dána polaroidní destička do okna automobilu, můžete jet po osvětlené ulici a světlo prudkých reflektorů vás neoslepí, protože neuvidíte v polaroidu prudké světlo reflektorů aut, nýbrž jen samotný stroj a jednotlivé svítící body.

Když se letadlo snáší nad zatennělé město a shazuje dolů na padáčcích zářící směs hořčíku, umožní mu polaroidní brýle vidět vše, co se děje dole na zemi pod svítící raketou.

Hle, jak se rozmanitě upotřebí tento prvek, kolik je ještě nevyjasněných problémů, kolik protikladů v jeho vzniku a v jeho osudech v koloběhu světa. Bude potřeby ještě mnoha pronikavých studií, aby se rozřešily všechny vlastnosti a podstata toho všudypřítomného prvku, který proniká celý svět kolem nás.

Je zajímavé, že i historie objevu jodu je plná protikladů. Byl objeven v popelu rostlin r. 1811 Francouzem Courtois, který měl malou továrnu, kde získával sanytr z rostlinného popelu. Jeho objev neudělal na vědecký svět zvláštní dojem, a sám Courtois utrpěl ve svém obchodním podniku nezdar. Po jeho tragické smrti žila Courtoisova rodina v bídě. Teprve po stu letech bylo

v jeho rodném Dijonu oslaveno objevení jodu a jménem Courtoisovým označena ulice, kde žil.

Vypravování o tomto zajímavém prvku by se tím dalo zakončit, ale zaujala mě ještě jedna myšlenka. Pod jodem je v Mendělejevově tabulce v téže skupině prázdná přihrádka. Zakreslil ji ještě D. I. Mendělejev a řekl, že tu se musí objevit nový prvek. Pojmenoval jej eka-jodem. Označujeme jej číslem 85, ale dlouhá léta zůstal prázdný. Kde se asi skrývá tento prvek 85? Nemůže neexistovat — někde musí být objeven.

Hledali jej dlouho v slaných zbytecích jezer a v solných ložiscích. Hledali jej v mezihvězdném prostoru, mezi oněmi rozptýlenými atomy, které se vznášejí mezi hvězdami a slunci, planetami a kometami; hledali jej i ve všech přírodních kovech — ale nenašli.

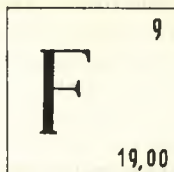
Mnoho let se vědcům zdálo, že jim kdesi v přístroji září ona linie, která odpovídá záření atomu č. 85, ale přesnější výzkumy nepotvrdily tento dohad a přihrádka č. 85 zůstala zase prázdná.

Jaký je asi tento tajemný, neobjevený atom? Snad pokračuje v záhadné historii jodu, snad je obdařen ještě tajemnějšími vlastnostmi, které právě ztěžují jeho odkrytí? Možná, že existuje ve vesmíru tak krátkou dobu, že jej nemohou polapit ani nejpřesnější přístroje, možná, že má tak silný náboj, že nemůže v našem světě existovat. Tak se tázali chemikové, dokud nebyl Mendělejevův eka-jod zjištěn a pojmenován astat, ale vědcům zbývá ještě mnoho práce s jodem a jeho sousedem v Mendělejevově tabulce — ale ta práce se vyplatí!

FLUOR — VŠE ROZŽÍRAJÍCÍ

Přemýšleje nad plánem této knihy, označil jsme si kapitolu o fluoru a jeho význačných vlastnostech — ale když jsem došel k jejímu napsání, musel jsem se zastavit. Nikdy jsem nestudoval

fluor a jeho sloučeniny, nezajímal jsem se o jeho překrásné nerosty ani jeho využití v průmyslu — a proto mi dal hodně práce. Musel jsem se podívat na své záznamy a rozebíraje archiv mnoha poznámek o jednotlivých prvcích země, našel jsem řadu listků, ze kterých jsem složil tuto kapitolu.



Darwin ukazuje ve své autobiografii, jak má vědec pracovat.

Říká, že vědec si nemusí pamatovat všechno, že si má zapisovat každé pozorování a všechno co najde zajímavého v knihách, na jednotlivé lístečky — a dávat každou knihu, která jedná o otázce, již právě studuje, na zvláštní poličku zároveň s výpisky.

Darwin byl proti tomu, aby měl vědec rozsáhlou a pestrou knihovnu. Nastínil si velké úkoly na nejbližší léta a postupoval cívědově k jejich splnění, ke každému problému probíral desetkrát celý materiál a každé otázce byla vyhrazena jedna nebo dvě poličky v knihovně.

Tak se za několik let, a někdy i za desítky let, u něho nashromáždil ohromný faktický materiál o každém vědeckém problému. Sebral tento materiál a knihy, uvedl je do pořádku a sestavil odpovídající kapitolu svého znamenitého díla, které se stalo základem moderní biologie.

Tohle sestavování větších knih a monografií je velmi příhodné a přiznám se, že jsem už před dvacíti lety začal napodobovat skvělý příklad Darwinův a rozhodl se připravovat pro své práce materiál i knihy podobným způsobem. Rozloučil jsem se se svou velkou knihovnou, kterou převezli na poloostrov Kolu, a nechal jsem si doma jen ty knihy, které se týkaly úkolů, jež byly přede mnou v nejbližších letech. Mezi těmito úkoly byl také velký problém — napsat osudy všech prvků v zemi, ukázat mineralogům, geologům a chemikům složité cesty, kterými prochází atom kteréhokoli prvku ve svém koloběhu vesmírem, vyprávět o jeho vlastnostech a vztahu k člověku.

A tak, když jsem měl psát kapitolu o fluoru, našel jsem ve svažečku s nadvísem „fluor“ pět lístků. Uvedu vám je tak, jak byly napsány.

Lístek 1.

Dávno jsem snil o návštěvě znamenitého naleziště Zabajkalí, odkud mi posílali pozoruhodné krystaly topasu, vzácného, překrásného minerálu, který obsahuje fluor, i krystaly všech barev a druzy fluoritu-kazivce, které se tam dobývaly pro průmysl.

A tak jsme konečně vystoupili z rychlíku, který dospěl do stanice Mančžurija. Unádraží stála koňská trojka a jeli jsme po čarovných stepích jižního Zabajkalí, pokrytých souvislým kobercem protěží. Otvírala se před námi kouzelná krajina, jak jsme stoupali na holá, měkká návrší Adun-Čolonu. Tu na jednotlivých výchozech žul se dobývaly krystaly siného, žlutavého i modravého topasu; v dutinách žulových pegmatitů jsme nacházeli krásné osmistěny kazivce. Ale zvláště nás nadchl obraz bohatých nalezišť tohoto minerálu v dolince Kalanguj.

Tam byly ne jednotlivé krystalky, vyrostlé z horkých vodních roztoků stydnoucích žul, ale celé spousty růžového, fialového a bílého kazivce nejrůznějších odstínů, leskly se a jiskřily na jižním slunci. Tento cenný kámen tu byl těžen, aby byl přepraven přes celou Sibiř do kovodělných závodů Uralu, Moskvy a Stalingradu. Vystal mi před očima obraz plynných emanací starých hlubinných žulových magmat. Za bouřlivých reakcí tvořily se spousty kazivce — a nechtělo se mi ani věřit, že jsou jen jednou z etap pomalého procesu ochlazování žulového masivu v hlubinách země, který je zahalen do vyloučených par a plynů.

Vzpomněl jsem si na popisy krásy odstínů fluoritu, z něhož byly robeny cenné murinské vázy, ve starých mineralogiích.

Vzpomněl jsem si také, že v Anglii byl celý průmysl na zpracování tohoto kamene a že můžeme vidět v museích překrásné předměty z něho vyrobené.

Napadají mě i jiné vzpomínky. Když jsem byl mládým profe-

sorem mineralogie na první lidové universitě v Moskvě, dal jsem svým posluchačům za úkol určit společnými silami nerosty v okolí našeho města. Mezi těmito nerosty byl podivuhodný fialový kámen. Byl nalezen už před sto lety (1810) v malé Ratovské rokli verejského okresu Moskevské gubernie a nazvali jej ratovkit.

Byl uložen v drobných kouscích ve vápencích jako krásné fialové proplástky. Celé pruhy jeho temně fialových krychliček byly nalezeny na březích přítoků Volhy: Osugy a Vazuzy. Dali jsme se dychtivě do studia tohoto nerostu, z kterého se vyklubal čistý fluorid vápenatý — týž fluorit, o němž vypravuji. Jeho krásné fialové pecky byly nalezeny v tak velkém množství a samy jejich žíly byly uloženy ve vápencích tak pravidelně, že bylo těžké připsat jejich vznik horkým výparům žulového magmatu, jež daly vznik skvělým topasům Zabajkalí a ložiskám fluoritu Mandžurie.

Přes 2000 m oddělovalo tyto nánosy od starých granitů, které jsou v podloží moskevských sedimentů, a tak bylo třeba hledat příčiny, které vytvořily tento krásný kámen u přítoků Volhy. Za pomoci akademika A. P. Karpinského rozřešila naše mládež vznik tohoto kamene: ukázalo se, že ratovkit má vztah k nánosům pradávných moskevských moří a že se na jeho vzniku podílely živé organismy — mořské škeble, které hromadily ve svých buňkách a hlavně skořápkách fluorid vápenatý. Další příklad podivnosti a spletnosti cest koloběhu fluoru v přírodě!

Lístek 2.

Krátký schematický popis dne, stráveného v Kodani za úřední cesty na geologický kongres.

Po skončení kongresu jsme navštívili skvělou kryolitovou továrnu v blízkosti města. Sněhobílý kámen, připomínající led, byl sem dovezen z hor, ležících na ledových březích Gronska. Jakousi divnou shodou nachází se tento kámen, nelišící se na

pohled od ledu, na jediném místě na zemi — a to právě v polární oblasti západního Gronska. Dobývá se tam ve velkém množství, nakládá na lodi a dopravuje do Kodaně. Kryolit se dodává do speciálních továren, kde se čistí od ostatních příměsí — zvláště rud olova, zinku a železa, takže zbude prášek čistý jako sníh.

Ve zvláštních bednách je tento ledu podobný prášek dovážen jako drahocennost do chemických závodů, kde jej čeká nový osud. Taví jej s rudou alumina v elektrických pecích, odkud teče jiskřící proud roztaveného kovu do připravených velkých nádrží. Je to aluminium a všechna dnešní výroba alumina se děje pomocí kryolitu. Není jiného způsobu, jak získat tento kov, nepostradatelný pro mírové hospodářství i pro vojenské účely; jeho světová těžba je dnes asi půl milionu tun do roka.

Ohromná zařízení vrhají energii celých vodopádů — rýnského a niagarského — na to, aby se kyslíčnk hlinitý roztavil pomocí kryolitu a aby se uvolnilo čisté kovové aluminium. Pravda — místo přírodního kryolitu se tu užívá umělé soli, fluoridu hlinito-sodného. Je to týž kryolit, jenže vyrobený člověkem v továrně.

Lístek 3.

Na strmém břehu čarokrásného jezera Kuli-Kolon v Tadžikistanu byly nalezeny úlomky čistého, průzračného kazivce. Poptávka po průzračném kazivci byla tak velká, že musela být vypravena zvláštní expedice na příkré břehy jezera Kuli-Kolon. (Tadžici nazývají kazivce „sang-i-safet“ — „bílý kámen“. Ložiska objevil chlapec-pastýř Nazar-Ali z kišlaku Janka-chona v roce 1928). Čteme s velkým zájmem o neobyčejných obtížích těžby průzračného bílého fluoritu, uloženého v pevných vápencích: jednotlivé krystaly dosahují váhy až 20 kg.

Dalo velkou námahu vybudovat stezku k nalezišti na strmé stěně nad jezerem, ale daleko obtížnější ještě bylo donést jednotlivé kusy do kišlaku, rozloženého na břehu jezera. Tadžičtí horalé si podávali v řetězci z ruky do ruky vzorky tohoto vzácného ka-

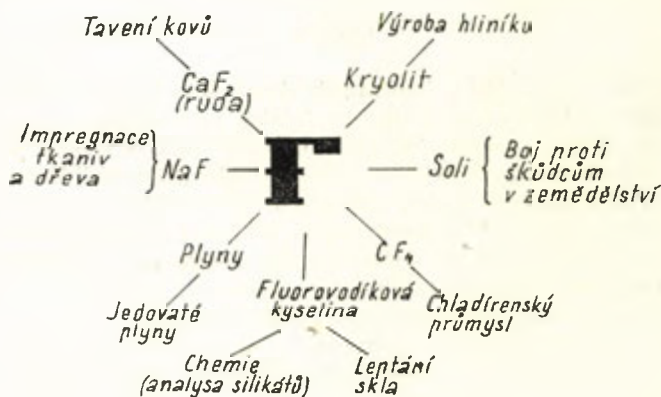
mene, s velkými potížemi dopravili jej dolů a pak byl v bednách, obložený travou, dopraven na soumarech do Samarkandu.

Optický fluorit je totiž neobyčejně křehký nerost: ničí se nejen nárazem či úderem, nýbrž i prudkou změnou teploty. Kdybychom ponořili tento nerost do vody o teplotě o několik stupňů odlišné od teploty vzduchu, objevila by se v něm celá síť trhlin, které znehodnocují jeho optické vlastnosti.

Optický průmysl dostal z této expedice neobyčejně čistý optický kazivec a mohl z něho zhotovit přesné a jasné čočky a postavit z nich jedny z nejlepších optických přístrojů na světě.

Listek 4.

Za léčení v československých lázních (Poděbradech) bylo nám nabídnuto uskutečnit exkursi do moderního sklářského závodu, vyzbrojeného nejmodernějším zařízením, který byl v blízkosti města. Prohlédli jsme si jednotlivá výrobní oddělení velkých zrcadlových skel. Jejich rozměry byly vskutku zázračné. Velko-



Hlavní způsoby průmyslového využití fluoru.

lépé desky okenního skla vytékaly jako nekonečná stuha. Ve zvláštních odděleních se vyráběly ušlechtilé druhy křišťálového skla, zabarvené rozmanitými barvami použitím solí vzácných zemin a uranu. Ale nejzajímavější bylo oddělení uměleckého rytí do skla. Váza z nejčistšího křišťálového skla se pokryla jemnou vrstvou parafinu, zkušený umělec-rytec nakreslil na parafinové vrstvě složitou kresbu. Skalpelem odkrojil vrstvu na jednom místě, vyryl tenké linky na jiném — a před námi se objevil obrázek lesa a lovu na jelena. Pak se obrázek rozmnožil. Zvláštním přístrojem se obtáhly kontury obrázku a ve velkém sále byl obkreslen tento obrázek na desítky jiných váz, povlečených parafinem. Na všech se pozvolna ukazovaly tytéž obrysy lesa a jelena rdoušeného psy. Potom byly všechny vázy dány do zvláštní peci, obložené olovem, kam byla vpuštěna pára jedovatých solí fluoru. Fluorová kyselina leptala sklo, kde nebyl parafin, někde pronikla hlouběji, jinde jen lehce a tvořila na skle matný povrch. Pak se parafin rozpustil v horkém lihu či vodě nebo prostě zahřátím, a objevil se nám jemný obrázek, vyleptaný parami fluoru. Bylo třeba jen tu a tam očistit anebo hlouběji vybrousit obrázek pomocí zvláštních, rychle rotujících rydel a práce byla hotova.

Lístek 5.

Nakonec jsem našel mezi svými lístky vzpomínek na fluor a jeho nerosty tuto vzpomínku z universitních přednášek chemie:

„Fluor — plynný prvek, s nepříjemným dráždivým pachem, chemicky velmi účinný. Slučuje se výbušně nebo i za vývoje světla téměř se všemi prvky, dokonce se zlatem. Právem byla jeho izolace obtížná. Byl získán v čisté formě roku 1886 Moissanem, přestože byl fluor objeven Scheelem v r. 1771.

V přírodě je znám jen ve formě solí fluorovodíkové kyseliny,



hlavně jako fluorid vápenatý, který má název podle svého krásného zabarvení „fluorit“ a v praxi je znám jako kazivec. Fluor je jinak značně rozšířen v přírodě i v jiných sloučeninách; tvoří asi 3 % apatitu.

V geochemické historii je v souvislosti s těkavými zplodinami roztaveného žulového magmatu; jinak se nachází jen velmi zřídka v mořských usazeninách, kde se hromadí fluor z organické hmoty.

Kazivec kusový se používá na optická skla, která propouštějí na rozdíl od obyčejných ultrafialové paprsky, v krásně zbarvených formách se upotřebuje jako dekorativní kámen.

Hlavní jeho upotřebení je v jeho způsobilosti usnadnit tavení kovů a také se zužitkuje ve formě fluorovodíkové kyseliny na leptání skla.

Ve formě podvojných solí hlinito-sodných tvoří nerost kryolit, potřebný k elektrolyse kovového hliníku. Fluor má velký význam v životě rostlin a ostatních organismů, je nepostradatelný pro život, ale jeho nadbytek působí škodlivě a je příčinou mnoha nemocí.“

Fluor má značný význam v mořské vodě, kde je hromaděn biologickými pochody (v škeblích, kostech, zubech), a jednak také v podobě komplexních karbonátů a hlavně fosfátů (fosforitů). V mořské vodě je miligram fluoru v litru vody. V mušlích ústřic je ho dvacetkrát tolik. Ve velkých korálových útesech jsou miliony tun fluoridů. Fluor je nejaktivnější složka fumarol.

V poslední době objevili odborníci při analýze sloučenin fluoru na základě Mendělejevovy tabulky jeho nové podivuhodné upotřebení, získali novou zvláštní látku, sloučeninu uhlíku se čtyřmi atomy fluoru. Tato látka není ve vzduchu jedovatá, je velmi stálá a má schopnost přejít ze skupenství tuhého v plynné za velikých tepelných ztrát. To hlavně dalo možnost ji zužitkovat ve zvláštních chladírnách, kde je možno snadno chránit před zkázou různé produkty.

Řekl jsem po svém obsah pěti lístků, které jsem našel ve svých deskách, a vypadá to, jako by byla tato kapitola už skončena. Ale budoucnost fluoru je daleko velkolepější. Nejsložitější plynné produkty budoucnosti jsou svázány s fluorem. Není nebezpečnějších jedů nad sloučeniny tohoto prvku a zároveň není skvělejších konzervačních prostředků, které dovolí v malých zásuvkách uchránit potraviny od značných ztrát a srazit teplotu až na 100° pod nulou.

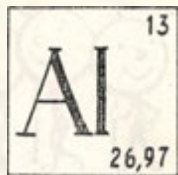
Fluor je ještě velmi málo prostudovaný prvek se svéráznými vlastnostmi složitých sloučenin a zatím je těžko říci, jak bude upotřeben v národohospodářství a jaký bude jeho osud v technice budoucnosti.

HLINÍK — KOV XX. STOLETÍ

Pod pokryvkou nánosů — hlín a písků, které se vlivem větrání vytvořily v různých dobách z horských masivů — objímá kolem dokola celou Zemi kamenný obal, či jak se nejčastěji říká, zemská kůra.

Mocnost tohoto kamenného obalu, jeho tloušťka, je kolem 100 km — a je možné, že je i větší, soudě podle novějších nálezů. V hloubce postupně přechází v jiný obal, rudný, který obsahuje železo a jiné kovy, a konečně v centru Země je železné jádro.

Kamenný obal, který nás právě zajímá, tvoří na povrchu Země ohromné plástve — pevninské kry či kontinenty. Na nich se časem vytvořily vrásky — dlouhé řetězce horstev. Mezi horskými štíty a na březích skalnatých oceánů trvá ještě, jak se



zdá, v tomto království kamene prvotní chaos, tak jak si jej lidé představují.

Kamenný obal Země, který tvoří pevniny a jejich horská pásma, je tvořen hlavně z alumosilikátů a ze silikátů. Alumosilikáty — křemičitany hlinité — jsou tvořeny, jak už jméno ukazuje, z křemíku, hliníku a kyslíku. Proto se kamenný obal často jmenuje sial podle prvních slabik latinských jmen křemíku — silicium a hliníku — aluminium.

Tento obal, jehož hlavním materiálem je žula, je tvořen z 50 % z kyslíku (váhově), z 25 % křemíku a asi 10 % hliníku. Tak mezi prvky zemského povrchu zaujímá hliník třetí místo a první mezi kovy. Je ho na povrchu Země více než železa.

Hliník, křemík a kyslík jsou tedy hlavními prvky, z nichž je zbudována zemská kůra, a tvoří v ní rozmanité nerosty, v nichž se chovají k sobě navzájem vždy podle určitých přesných pravidel. Tyto nerosty, hlavně alumosilikáty, jsou takovými soustavami atomů, u nichž je v centru buď atom křemíku nebo hliníku a kolem nich pravidelně ve čtyřech rozích čtyřstěnu jsou rozloženy atomy kyslíku. Z takových čtyřstěnů křemíku a hliníku jsou v různých kombinacích vybudovány ony rozmanité alumosilikáty, o nichž je řeč. Podívejte se jen (srv. obr. na str. 72), jak složité stavby mohou vytvořit — na první pohled to vypadá jako krajky či vzory kobereců. Tento obraz rozložení atomů



kyslíku, hliníku a křemíku v nerostech kamenného obalu Země mohl být vykreslen jen pomocí Roentgenových paprsků, které dovedou zobrazovat vnitřní stavbu nerostů.

Vzpomínám, jak jsme jako děti brali do rukou kameny, šedé a stále stejné — a jak se nyní tento obraz zkomplikoval, jakmile jsme pronikli do hloubi jejich vnitřní stavby.

Už na začátku lidské kultury, od nepaměti, od kamenného věku až do dneška byly tyto tmavé, světlé a barevné kameny — žuly, čediče, porfýry i jiné horniny, tvořené alumosilikáty — zužitkovány člověkem ke stavbě budov, k umělecké tvorbě, člověk z nich budoval celá města, a z hlíny, produktu rozpadu alumosilikátových hornin, vytvořil keramiku, kameninu, porcelán.

Ale přesto neměl člověk po celá tisíciletí ani tušení o oněch skvělých zázračných vlastnostech čistého hliníku, kovu, který byl objeven v zelených slínech, šedém granitu i v jiných, vzhledem nevábných horninách.

Hliník nebyl nikdy v přírodě jako čistý kov, vždycky byl v podobě kyslíčků, které se co do vlastností podstatně liší od čistého kovu.

Bylo třeba lidského genia a jeho úporné práce, aby vydobyl a přiměl k životu tento zázračný kov.

Nevelké množství tohoto stříbřitě lesklého kovu bylo vyzískáno asi před 120 lety. Tehdy ovšem nikdo nemyslel, že bude něco znamenat v lidském životě už proto, že jeho výroba byla tak obtížná. Potom se na začátku minulého století podařilo řadě odborníků vyštěpit hliník pomocí elektrolýsy ze sloučenin hliníku, roztavených při vysokých teplotách, na př. z kryolitu; pod kůrou strusky se vytvářel na katodě hliník, čistý stříbřitý kov — „stříbro z hlíny“, jak mu tenkrát říkali.

Tento způsob získávání hliníku přišel brzy do továren a kov si začal dobývat širšího použití; jeho vlastnosti byly, jak se ukázalo, vskutku obdivuhodné.

Barvou připomíná stříbro. Je třikrát lehčí než železo — ale přitom má velikou pevnost. Na vzduchu se okysličuje a povlak kyslíčků hlinitého chrání kov od dalšího okysličení, a tak hliník „nerezaví“ jako železo.

Nejdříve se používalo hliníku ke klenotnickým pracím, ale když se jeho výroba šířila a zlevnila, začaly se z něho vyrábět hrnky a šálky, čajníky a j.

„Stříbro z hlíny“ dopomohlo konečně člověku podrobit si vzdušný živel. Hliník nebo jeho lehké slitiny se skvěle hodí k stavbě přesných aerostatů, trupů či křídel anebo i celých letadel. Tento nový průmysl vyrostl úžasnou rychlostí přímo před našima očima.

Pak začal hliník pronikat do průmyslu automobilového, strojního i jiných průmyslových odvětví často místo oceli a železa. Ve stavbě vojenských lodí přineslo aluminium převrat, protože umožnilo vybudovat na příklad „kapesní bitevní loď“, která má rozměry lehkého křižníku a nosnost dreadnoughta. Současně se člověk naučil dobývat tento kov z přírodních nerostů ve velkých rozměrech.



Odlévání hliníku v továrně.

Při zahřátí se hliník chtivě slučuje s kyslíkem, mění se v kysličník hlinitý a přitom uvolňuje ohromné množství tepla. Tato schopnost hliníku uvolňovat teplo při hoření byla upotřebena v technice na roztavení jiných kovů a jejich kysličníků ve směsi s práškem kovového hliníku. Při tomto procesu, aluothermii, odnímá hliník kysličníkům jiných kovů kyslík a tak očišťuje kovy.

Takovým způsobem se získávají titan, vanad a jiné kovy. Pro-

tože se při aluomothermii vyvíjí vysoká teplota, používá se směsi s aluminím — thermitu — při svařování oceli. Jistě to už každý viděl — na př. při svařování tramvajových kolejí.

Konečně bylo této vlastnosti využito ke zhotovení zápalných bomb, s kterými se leckdo seznámil za poslední války. — A to všecko dělalo ono „stříbro z hlíny“, které se dostalo člověku do ruky.

Hliník dává s kyslíkem při hoření kysličník hlinitý. V přírodě najdeme mnoho nerostů, tvořených tímto kysličníkem, tak na př. korund, velmi tvrdý nerost, kterého se používá v technice jako brusířského materiálu. Drobné krystalky korundu ve směsi s magnetitem a jinými minerály — t. zv. smírek — jsou každému dobře známe.

Alumosilikáty, bauxity i smírek a korund nejsou navenek nijak zvlášť pozoruhodné. Jsou to tmavé, šedé či bílé kameny bez jasných barev. Ale v přírodě najdeme i skvěle zbarvené kysličníky hlinité a takové jsou pak již drahokamy. Jak k tomu dochází?

Jak ukázali někteří badatelé, stačí přítomnost jen nepatrných stop některých kovů: chromu, titanu nebo železa, aby přírodní kysličník hlinitý zazářil jasnými tóny. Vzpomeňme si jen na drahokam Východu — rubín, jehož rudá barva je působena chromem. Kolik pohádek se vypravuje o tomto kameni! Zmíníme se i o modrém safíru, o východním žlutém topasu, o průzračném fialovém korundu, kterému říkají „ametyst Východu“, a zeleném „smaragdu Východu“. Jakou různost barev a bohatství odstínů vykouzlí ve stejném kysličníku hlinitém pouhá stopa některého prvku! Člověk poznal podstatu těchto zbarvení a naučil se je připravovat sám při vysokých teplotách zvláštních pecí. Zužitkují se nejen na ozdoby, nýbrž i v technice.

V přírodě kysličník hlinitý vzniká také při rozpadu alumosilikátů a je pak důležitou složkou porcelánu. Setká-li se s kyselinami, tvoří s nimi sloučeniny, na př. s kyselinou sírovou, která vzniká v přírodě v souvislosti se sopečnou činností nebo při

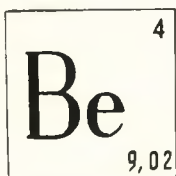
větrání sloučenin síry s kovy. Tak dostaneme často aluminiové kamence, které lze vyrobit i uměle. Byly ostatně známy už od dávnověku a upotřebily se na čištění při barvení tkanin.

Kamence i jiné rozpustné sloučeniny se dostávají do půdy a odtud jsou získávány rostlinami. Jen málo druhů rostlin však skutečně hromadí hliník ve větším množství; patří k nim na př. plavuň. Je zajímavé, že květy hortensií mění barvu, přidáme-li do jejich půdy kamenec.

Proč říkáme hliníku kov XX. století? Protože jeho použití díky jeho skvělým vlastnostem rok od roku roste, jeho zásoby jsou nevyčerpatelné — a proto je nutno počítat s tím, že se hliník stane nezbytnou denní potřebou lidského života, jako se jí stalo železo.

A tato doba se bude pravděpodobně nazývat dobou hliníku.

BERYLLIUM — KOV BUDOUCNOSTI



Historici vypravují, že římský imperátor Nero se rád díval v cirkus na boj gladiátorů velkým krystalem zeleného smaragdu.

Když hořel Řím, který dal podpálit, byl nadšen zuřícím ohněm, dívaje se na zeleným smaragdovým sklem, ve kterém se rudá barva ohně zelení drahokamu měnila v zlověstné černé jazyky.

Když chtěli umělci starého Řecka a Říma, kteří ještě neznali diamant, vyřýt do kamene nějakou osobnost, aby ji zvětčili a vyjádřili jí svou úctu, použili k tomu čistého smaragdu z Nubické pouště v Africe.

Podobně byly odedávna ceněny v Indii zlatožluté chrysoberyly, nalézané v pískách Ceylonu, zelenožluté beryly a akvamari-

ny, zbarvené jako mořská voda. Později byl poznán vzácnější nerost euklaz, něžná „siná voda“, jak říkají klenotníci, a také ohnivě rudý fenakit, který vybledne v několika minutách, zasnívá-li na něj slunce.

Dva tisíce let před naší dobou pracovali v podivných zákrutech podzemních chodeb uprostřed vyprahlé Nubické pouště znamenití dělníci královny Kleopatry, aby získali beryly a smaragdy.

Zelené kameny, dobyté z hlubin země, byly dopravovány velbloudími karavanami ke břehům Rudého moře a odtud putovaly do paláců indických radžů, iránských šachů i vládce říše Otto-manů.

Po objevení Ameriky přišly do Evropy v XVI. století z Jižní Ameriky tmavozelené smaragdy podivuhodné krásy i velikosti. Španělé i Portugalci vykradli posvátné chrámy domorodého obyvatelstva Kolumbie, které cizincům zatajilo horská naleziště těchto drahokamů.

Už v XVIII. století se začaly dobývat v pískách slunečné Brazílie překrásně zbarvené akvamariny. Akvamarin získal své jméno, které značí „mořská voda“, plným právem, protože jeho barvy jsou tak nestálé, jako barvy Jižního moře ve vsi velkoleposti a různobarevnosti, které dobře znají ti, kdo žili na březích Černého moře nebo viděli podivuhodné obrazy Ajvazovského.

Ze země se dobývaly světle zbarvené kameny, ale schovávaly se jen jasně zelené, ostatní se vyhazovaly.

Všecky tyto kameny upozornily na sebe už dávno skvělou hrou paprsků, neobyčejným leskem a čistým zbarvením; mnoho chemiků se snažilo rozřešit jejich chemické složení, ale nenacházeli v nich nic nového — pokládali je za prosté sloučeniny hliníku.

To je historie zelených drahokamů, o nichž se psalo již několik století před začátkem našeho letopočtu pod jménem „beryllos“, a zároveň začátek historie kovu budoucnosti, beryllia.

Až do roku 1798 nikdo netušil, že tyto krásné třpytné kameny obsahují cenný kov. Na slavnostním zasedání Francouzské akademie „26. pluvialu VI. roku“ revolučního kalendáře (t. j.

15. února 1798) přednesl chemik Vauquelin překvapující sdělení, že co bylo dosud označováno jako kysličník hlinitý nebo aluminová zemina, obsahuje zcela novou látku, pro niž navrhuje název „glucinium“ od řeckého označení sladkosti, protože její soli mu připadaly sladkými.

Toto sdělení bylo brzy potvrzeno četnými rozbory, že je tento kov obsažen v nerostech jen v malém množství, nejčastěji sotva ve 4—5 %, a jen ve vzácném fenakitu dosahuje 15 %. Když začali chemici podrobně studovat rozšíření beryllia, ukázalo se, že to je opravdu velmi vzácný kov. V zemské kůře ho není více než čtyři desetitisíciny procenta (0,0004 %) — a přece je beryllia v zemi dvakrát tolik co olova či kobaltu, ale jen dvacetitisícina množství jeho bratra, s nímž bylo často zaměňováno, hliníku.

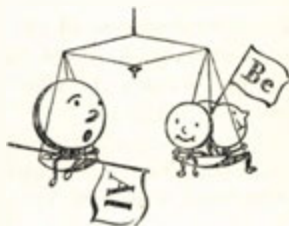
Naši chemici a metalurgové se dali do studia tohoto kovu a za posledních 15 let se před námi otevřel zcela jiný obraz: beryllium můžeme nyní právem nazývat kovem budoucnosti.

Ukazuje se, že je tento stříbřitý kov dvakrát lehčí než aluminium; je všeho všudy 1,85krát těžší než voda, zatím co železo je osmkrát a platina více než 20krát těžší vody.

Beryllium dává skvělé slitiny s mědí a hořčíkem, které jsou též velmi lehké. Rozsáhlé využití beryllia se ovšem drží v tajnosti a je vojenským tajemstvím četných států, ale víme, že se slitiny tohoto kovu dostávají do popředí v aviatice všech zemí, že se při výrobě automobilových svíček přidává ke zlepšení do porcelá-

nové hmoty berylliový prášek, že tenké kovové tabulky beryllia propouštějí snadno Roentgenovy paprsky a že jeho slitiny mají obdivuhodnou lehkost a pevnost. Zvláště skvělá jsou pera z berylliového bronzu.

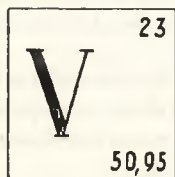
Beryllium je vskutku kov budoucnosti a rok od roku se množí



nálezy jeho výskytu, technologové studují metody dobývání jeho rud a metalurgové zase jeho upotřebení při stavbě letadel.

VANAD — ZÁKLAD AUTOMOBILU

„Kdyby nebylo vanadu — nebylo by automobilu“ — řekl Ford, který začal svou kariéru hlavně zdařilým využitím vana-
dové oceli na osy strojů.



„Kdyby nebylo vanadu, nebyly by ně-
které živočišné skupiny“ — řekl Samojlov,
slavný moskevský mineralog, když bylo
v krvi některých holothurií zjištěno až
10% tohoto kovu.

„Kdyby nebylo vanadu, nebylo by
nafty“ — myslí někteří geochemici, při-
pisující vanadu zvláštní vliv na vznik
nafty. A přece byl tento podivuhodný kov dlouhou dobu člověku
neznámý a mnoho desítek let probíhaly spory a úsilí o jeho
vyzískání.

„V dávných dobách žila na dalekém Severu Vanadis, pře-
krásná, všemi milovaná bohyně. Jednou zaklepal kdosi na její
dveře. Bohyně seděla pohodlně v křesle a myslela si: „Jen ať si
zaklepe ještě jednou.“ Ale klepání přestalo a neznámý odešel.
Bohyně se začala zajímat o to, kdo mohl být oním nesmělým
a skromným návštěvníkem? Otevřela okno a vyhlédla na ulici.
Byl to jakýsi Wöhler, který odcházel ve spěchu od jejího zámku.

Za několik dní uslyšela znovu něčí klepání na dveře, ale tento-
krát znělo klepání vytrvale až do chvíle, dokud nevstala a neote-
vřela dveře. Před ní stál mladý krasavec Nils Sefström. Zamilo-
vali se do sebe a měli synáčka, kterému dali jméno Vanad. Je to
jméno onoho nového kovu, který byl objeven v r. 1831 švédským
fyikem a chemikem Nilsem Sefströmem.“

Tak začíná povídka o vanadu a jeho objevení od švédského chemika Berzelia. Berzelius však ve svém vypravování zapomíná, že ještě daleko dříve zaklepal na komnatu bohyně Vanadis znamenitý don Andrez Manuel del Rio. Byla to jedna ze skvělých postav staré Hispanie. Plamenný obhájce svobody Mexika a bojovník za jeho budoucnost, výborný chemik, mineralog a důlní inženýr, který si dovedl osvojit skvělé myšlenky geologa Wernera v Sasku, chemika Lavoisiera v Paříži a Alexandra Humboldta za jeho cest po Mexiku. Již roku 1801 objevil del Rio při studiu hnědých olověných rud Mexika cosi, co vypadalo jako nový kov. Protože byly jeho sloučeniny zbarveny nejrůznějšími barvami, pojmenoval je panchrom či všebarvý; později změnil toto jméno na erythronium, t. j. červený.

Svůj objev však del Rio neprokázal. Chemici, kterým zaslal své vzorky, určili prvek v hnědé olověné rudě jako chrom, a stejnou chybu udělal i chemik Wöhler, který klepal tak nesměle a skromně na dveře bohyně Vanadis.

Po dlouhém tápání a nezdařených pokusech dokázati samostatnost tohoto kovu vyřešil věc mladý švédský chemik Sefström. Tehdy se stavěly železné vysoké pece v různých končinách Švédska. Při tom se ukázalo, že rudy jedněch dolů poskytovaly železo křehké, kdežto druhé dávaly naopak železo kujné a pružné. Mladý chemik sledoval složení těchto rud a brzy se mu podařilo získat z magnetitové rudy z hory Taberg ve Švédsku zvláštní černý prášek. Ve svých studiích pokračoval pod vedením Berzeliovým a ukázal, že má v ruce nový prvek a že týž prvek je obsažen v hnědé olověné rudě z Mexika, o které mluvil del Rio.

Co zbývalo Wöhlerovi po tomto nesporném úspěchu mladého Švéda? V dopise píše jednomu z přátel: „Byl jsem dokonalý osel, že jsem přehlédl nový prvek v hnědé olověné rudě, a Berzelius má docela pravdu, když se mi trochu ironicky směje, jak jsem nesměle a skromně klepal na dveře bohyně Vanadis.“

Teď je podivuhodný kov vanad jedním z nejdůležitějších kovů průmyslu. Ale jak dlouho nepřišel do rukou lidu! Vždyť z po-

částku stál kilogram vanadu 50.000 ve zlatě — teď stojí jen 10 rublů.

V roce 1907 byl dobýván v množství tří tun, protože jej nikdo nepotřeboval — a jak usilovně je teď pátráno po jeho nalezištích ve všech státech! Má pozoruhodné vlastnosti a je potřebný v každé zemi. Už v roce 1910 bylo dobyto 150 tun kovu, byla objevena jeho ložiska v Jižní Americe, v r. 1926 dosáhla jeho těžba 2000 tun a nyní převyšuje 4000 tun.

Vanad je velmi důležitý pro automobily, pancěře, protipancéřové střely, jež prostřelí pancéř z nejlepší oceli 40 cm tlustý, vanad je kovem ocelových částí letadla, jemných chemických produktů, výroby kyseliny sírové, překrásných pestrých barev.

Hle, v čem je jeho cena: má vliv na ocel, dodává jí pružnosti, zmenšuje její křehkost, brání jejímu překrystalování vlivem úderů a nárazů — a právě tyto vlastnosti jsou nutné u os automobilů a motorů, jež se stále otřásají.

Soli tohoto kovu jsou stejně pozoruhodné. Jsou zelené, rudé, černé, žluté, zlatové do bronzova, černé jak tuš. Dávají paletu překrásných barev na porcelán, fotografické papíry, zvláštní inkousty. Léčí se jimi také nemoci.

Nebudeme vypočítávat všechny skvělé vlastnosti tohoto kovu, ale jednu přece musíme připomenout. Pomáhá při výrobě kyseliny sírové — tohoto hlavního nervu chemického průmyslu. Při tom pracuje velmi zchytrale — pomáhá jen při reakci jako katalysátor, jak se říká v chemii, sám se však nemění. Některé látky mu sice škodí — ale tomu lze zabránit.

Kovový vanad a některé jeho soli účastní se tajemným způsobem na vzniku nejsložitějších ústrojných sloučenin, jež nevznikají žádným jiným způsobem.

Když je to tak zázračný kov, proč o něm víme tak málo? Proč mnoho z vás — čtenářů — o něm dosud nic neslyšelo? A také se ho dobývá velmi málo — ročně ne více než 5000 tun, což je jedna dvacetitisícina roční těžby železa a pětinasobek těžby zlata.

Je zřejmé, že tu není něco v pořádku s jeho ložisky a těžbou.

Abychom tomu mohli přijít na kloub, poptáme se geologů a geochemiků. A copak vypravují o osudech tohoto pozoruhodného kovu v zemské kůře?

Vanadu není na Zemi tak málo. V dostupné části zemské kůry napočítali geochemici průměrně 0,02% vanadu, a to není málo, když si uvědomíme, že olova má zemská kůra jen patnáctinu, stříbra jednu dvoutisícinu tohoto množství. Vanadu je vlastně v zemi zhruba stejně jako zinku a niklu — a poslední dva kovy se dobývají ve statisících tun!

A vanad se nevyskytuje jenom v půdě a dostupné zemské kůře. I tam, kde je soustředěno čisté železo, je značné množství vanadu. To nám dokazují meteority, dopadající na Zemi. V jejich železe je vanadu dvakrát až třikrát tolik co v zemské kůře. Astronomové vidí jasně zářící linie vanadu ve slunečním spektru, ale to právě zlobí geochemiky. Všude je tolik vanadu, po celém vesmíru je rozšířen tento vzácný kov, ale je pramálo takových míst, kde by se hromadil a snadno těžil pro průmysl. Vyskytuje se opravdu téměř ve všech železných rudách a tam, kde ho je deseti procenta, začíná se těžit. Je zajímavé, že je možno získávat tento kov z tisíců tun železa.

Objeví-li chemici rudu s 1% vanadu, rozepisují se noviny o objevu bohatého naleziště. Je zřejmé, že se nějaké vnitřní síly stále snaží o rozptýlení atomů tohoto kovu. Úkolem naší vědy je objasnit, co seskupuje a hromadí tyto rozptýlené atomy a co může zlomit jejich sklon k putování, rozptylování a migraci. V přírodě jsou takové síly, při studiu nalezišť tohoto kovu čteme pozoruhodné stránky o těchto procesech, jež se zmocňují atomů vanadu a nutí je k nahromadění.

Vanad je především kov pouští; bojí se vody, která jej snadno rozpouští a roznese jeho atomy po zemském povrchu, bojí se kyselých půd našich mírných a severních šířek. Najde klid jen ve slunných šířkách, kde je mnoho kyslíku ve vzduchu, kde se rozpadají žíly sirných rud. Ve žhavých písech Rhodesie i v slunném Mexiku, mezi agavemi a kaktusy tvoří žlutohnědé železné klo-

bouky, hnědá návrší, jež přikrývají jako přilby vojáků výchozy sirných rud. Takové železné klobouky známe ze slunečního Kazachstanu, tam, kde hřbety Kara-Tau přecházejí k mocným sněhům Tan-Šanu. Známe je i v jižním Tuja-Mujuně, kde jasné barvy vanadových solí září na svazích hor, vyprahlých sluneční výhni.



Tytěž sloučeniny vidíme v pouštích Colorada, setkáváme se s nimi ve staropermské poušti Příuralské, lemované na západ se šířícími hřbety Uralidů. Všude se rodí naleziště vanadu pod horkým sluncem, ve žhavých písčích — aby mohly být využity v průmyslu. A přece jsou tyto zásoby velmi malé.

Jsou však ještě jiné síly, které zadržují vanad a brání mu v rozptylování — je to živá buňka, živá hmota, organismy, jejichž krevní barvivo nevzniká ze železa, nýbrž z vanadu a mědi.

Vanad se hromadí v těle některých mořských živočichů, hlavně ježovek, ascidií a holothurií, jež pokrývají svými nánosy tisíce čtverečních metrů zálivů a mořských břehů. Odkud čerpají atomy vanadu, je těžko říci, protože se dosud nepodařilo zjistit tento kov v samotné vodě. Tito živočichové mají zřejmě nějakou zvláštní chemickou schopnost získávat vanad z potravy, jílů, zbytků řas atd. Ani jedna chemická reagentie nepracuje



tak pronikavě a čistě jako živý organismus, který dokáže i z miliontiny gramu hromadit ve svém těle a později i ve svých ostatcích taková množství, že z nich může člověk dobývat kov pro svůj průmysl.

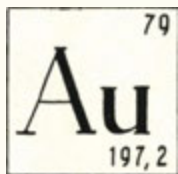
Přese všechno úsilí živých organismů je stále málo vhodných nalezišť tohoto kovu, vyskytuje se jen v mizivém procentu, jeho těžba z černých asfaltů, bitumenů a nafty je obtížná. Záhadné cesty jeho hromadění jsou vědcům ještě skryty a bude potřeby ještě mnoho námahy, aby se ujasnila hádanka jeho těžby a abychom mohli vyprávět celou jeho historii.

Pak budeme znát nejen jeho dosavadní osudy, budeme také vědět, kde a jak jej hledat — a důmyslné theoretické myšlenky změní se v ohromná vítězství průmyslu.

Auta dostanou kov pro své osy, v oceli obrněných aut a tanků se zvýší procento vanadu. Přesné chemické reakce dají pomocí vanadových katalysátorů v závodech stovky a tisíce nových složitých ústrojných sloučenin, potřebných pro zásobování a hospodářství.

Tak nám odpovídají geochemici na otázku o nalezištích vanadu. Jejich odpověď nás neuspokojuje, žádáme na nich usilovnou, cílevědomou práci, aby se tento kov dal ovládnout pro potřeby naší země.

ZLATO — KRÁL KOVŮ



Zlato bylo objeveno člověkem už dávno, pravděpodobně jako žluté lesklé krupičky v říčním písku.

Dovíme se mnoho poučného a pozoruhodného, studujeme-li dějiny využití zlata po spletených cestách lidského rozvoje. Od kolébky lidské kultury až do imperialis-

tických válek byly vojenské pochody a ovládnutí celých kontinentů v souvislosti se zlatem, válka mnoha pokolení různých národů, zločiny, krev.

Ve starých severských ságách má zlato značnou úlohu — i boj Nibelungů o rýnský poklad je bojem o zlato.

„Prsten Nibelungů“ od Wagnera — to je osvobození světa od prokletí zlata a jeho vlády. Prsten, ukutý z rýnského zlata, symbolisuje zlý počátek. Siegfried musí obětí svého života osvobodit svět od vlády zlata a svrhnout bohy Valhally.

Ve starořeckém eposu je mythus o cestě Argonautů do Kolchidy za zlatým rounem. Tam, na březích Černého moře, v Gruzii, museli dobýt rouna — beraního kožichu, pokrytého zlatým pískem, na dracích, kteří je hlídali.

Ve starořeckých pověstech a egyptských papyrech můžeme číst o boji o zlato ve Středozeří. Král Šalamoun musel při stavbě skvělého chrámu Jerusalemského dobýt velikého množství zlata, proto uspořádal několik nájezdů na starou zemi Ofir, kterou historikové usilovně hledají hned při pramenech Nilu, hned v Ethiopii. Někteří odborníci myslí, že jméno Ofir značí prostě bohatství, zlato.

Je legenda o mravencích, kteří dobývali zlato. Byla už mnohokrát vykládána různými badateli a má mnoho verzí. Jejím základem je to, že jedno z indických plemen žilo v písečné poušti, kde byli mravenci



*Argonauti v Kolchidě (starý název Kavkazu)
si prohlížejí zlaté rouno.*

velcí jak lišky. Tito mravenci dobývali z hlubin země a vyhazovali zároveň s pískem velká množství zlata a obyvatelé si pro ně jezdili na velbloudech. Herodot potvrzuje toto vyprávění a něco podobného najdeme i u Strabona, který psal v 25. roce před začátkem naší éry. Poněkud jinou versi vypráví Plinius, ale evropští i arabští spisovatelé tradují tento příběh ještě ve středověku.

Tato legenda není dodnes vyjasněna. Pravdě nejbližší se zdá vysvětlení Richardovo, který uvádí řadu sanskrtských slov a poukazuje na to, že sanskrtské slovo „mravenec“ a slovo „zrno“ zlata z náplavů se vyjadřují stejnými zvuky. Myslí, že zde je shoda slov „zlaté zrno“ a „mravenec“ — a z toho že vznikla ona legenda.

Podivuhodné předměty ze zlata se dochovaly v pokladech skythské doby v jižním Rusku. Jsou to podivuhodné figurky neznámých skythských klenotníků, představující nejčastěji divoká zvířata ve zběsilém úprku. Jsou uloženy v Eremitáži zároveň s podobnými jemnými zlatnickými pracemi znamenitých sibiřských pokladů.

Zlato mělo vždy ohromný význam v představách dřívějších dob. Alchymisté mu dali jako symbol slunce. Kořeny jména zlata prošly tisíciletími. Tehdy, kdy slovanský, germánský i finský kmen měli v kořeni tohoto slova písmena G, Z, O, L (zoloto, zlato, gold), daly jiné indo-iránské národy do jeho základu A, U, R — odkud povstalo latinské aurum, a od něho odvodili chemici nynější označení zlata — Au.

Zvláštní studie jazykovědců jsou věnovány problému jména zlata a zvláště kořenům tohoto slova. Tito badatelé se snažili najít místa, kde se nacházelo zlato ve starověku. Zajímavé na tom je, že v Egyptě hieroglyfem zlata bylo vyobrazení šátku, pytle či koryta, což jasně ukazuje na způsob jeho dobývání ryžováním ze zlatonosného písku.

Zlato se rozlišovalo podle kvality a barvy. Jeho zdrojem byly písky, jejichž poloha je podrobně vyznačena v četných egyptských památkách, a to hlavně v různých částech severovýchod-



Ryžování zlata za starých dob — (starý dřevoryt)

pmátkách jsou zlaté doly vyličený a skvěle popsány řadou autorů. V řadě textů je poukázáno na to, že zlato je ve spojitosti s lesklou bílou horninou, zřejmě křemennými žilami, která se u některých starých autorů nesprávně nazývala řeckým „marmoros“. Je známa i jeho cena, těžba, exploitační metody atd.

Objevení Ameriky v 15. století je novou stránkou v historii zlata. Španělé přivezli z Ameriky nesmírné množství drahocenného kovu, který dobyli vojenskou loupeží, a zaplavili Evropu zlatem.

Počátkem XVIII. století (přesněji r. 1719) byla objevena v pískách Brazílie bohatá ložiska zlata. Vypukla všeobecná „zlatá horečka“ a hledání zlata také v jiných zemích. Uprostřed onoho století byly také v Rusku, u města Jekatěrinburgu (nyní Sverdlovsk) nalezeny první krystalky zlata v křemenu. Sto let potom v r. 1848 byl v Americe učiněn pozoruhodný nález: na dalekém Západě, za hranicí Skalistých hor, téměř na břehu Tichého

ního Egypta, hlavně na březích Rudého moře, v pískách starých žul v nilské oblasti a hlavně v oblasti Kosseiru.

Staré texty ukazují četné body zlatých nalezišť. Staré šachty byly také v Arabské a Nubické poušti. Zlatá naleziště byla známa již 2—3 tisíce let před začátkem našeho letopočtu.

V daleko pozdějších písemných pa-

oceánu, v tehdy ještě tajemné Kalifornii, byla objevena zlatá ložiska jakýmsi Sutterem, který později zemřel v chudobě.

Tam se tedy valili zlatokopové, celé karavany vozů, tažených býky, směřovaly na východ za novým štěstím. Nepřešlo ani 50 let, když bylo objeveno zlato v Klondyku na Aljašce, která byla tak nesmyslně levně prodána ruskou carskou vládou Spojeným státům americkým. Z povídek Jacka Londona známe, jak probíhala bitva o zlato v Klondyku. Dochovaly se fotografie „černých hadů“, kteří se táhli přes sněžné vrcholky a polární horstva; byly to nepřetržité proudy lidí, kteří vlekli na zádech nebo na sáňkách své krámy s nadějí, že se vrátí zpět s horami zlata.

V roce 1887 byla objevena první ložiska v Jižní Africe — v Transvaalu. Toto bohatství nepřineslo však Burům, kteří je objevili, žádné štěstí. Po dlouhé a krvavé válce se Anglii podařilo dobýt této země a skoro vyhubit svobodmilovný národ Burů. Nyní se v Transvaalu dobývá přes 50 % světové těžby zlata. Také v Australii bylo nalezeno zlato.

Svrázná byla historie dobývání zlata v Rusku. Ve druhé polovině XIX. století nadělal hodně povyku objev ložiska na řece Leně v Sibiři. Bylo to pohádkové bohatství, na které se vrhli dobrodruzi všech zemí. Jedni vytyčovali sloupky a prodávali takto zabraná místa, druzí ryžovali zlato v obtížných podmínkách tajgy a vraceli se jako boháči, třetí také dobývali zlato, ale hned je na místě propíjeli — čtvrtí, a těch byla většina — umírali na kurděje nebo podlehli nepříznivým podmínkám.

Ještě větší bohatství byla objevena začátkem dvacátých let tohoto století ve skvělém Aldaně. Podařilo se mi sejít se s jedním zlatokopem, který pracoval v Aldanu v prvních letech po objevu nalezišť. Vyprávěl mi o minulosti Aldanu, o přílivu dobrodruhů, uprchlých z bílých armád, kteří opustili vše, jen aby mohli proniknout k pramenům Aldanu a zbohatnout ze zlata. Vypravoval o knězi, který opustil své ovečky, došel s velkými obtížemi k hornímu toku této řeky, sbil si prám a pronikl do těžce dostupné

krajiny, kde naryžoval 25 pudů drahého kovu. Vyprávěl také, jak na Aldan přišla sovětská vláda a zlatá naleziště se stala základem měny Sovětského svazu.

Po Aldanu přišla ještě řada výhodnějších oblastí. Nové zabajkalské doly odkryly zásoby v hlubinách Zabajkalských hor.

Tak probíhala bitva o zlato v historii lidstva. Bylo vytěženo přes 50.000 tun tohoto kovu, při čemž průměrně polovina se dostala do bank, kde se nakupilo přes 10 miliard zlatých rublů. — Úspěchy techniky umožňovaly postupně dobývat stále více kovu a přejít od bohatých rud k chudým.

Nejdříve to byla primitivní těžba promývacími žlaby, potom pomocí „amerikánů“ (byly to dlouhé úzké žlaby s příčnými prahy pro zachycení zlata), které se rozšířily po světě po kalifornských objevech.

Později se pracuje hydraulickou methodou — silnými proudy vody, a drobná zrnka zlata se rozpouštějí v kyanidech; nakonec došlo i na dobývání zlata v pevných mateřských horninách za použití neúspěšnějších method dobývání ve výnosných závodech.

Přesto, že lidstvo dělá všechno, aby uchovalo vytěžené zlato, že je chrání pod zámky, v bezpečných tresorech státních bank, že lodi, které převážejí zlato, jsou doprovázeny konvojem vojenských lodí — přesto bylo vzato zlato z oběhu. Také zlaté mince byly staženy, protože se brzy otřou a znehodnotí.

Člověk dobyl v uplynulém tisíciletí svého kulturního a hospodářského života sotva více než jednu miliontinu všeho zlata zemské kůry. Proč udělali právě ze zlata svou modlu — základ bohatství?

Není pochyby o tom, že zlato má mnoho podivuhodných vlastností. Je to jeden ze „vzácných kovů“, to je těch kovů, jejichž povrch se nemění, které zachovávají svůj skvělý lesk a nerozpouštějí se v běžných chemických reagenciích. A vskutku jen volné haloidy, jako chlor či lučavka královská (v Rusku se jí říká „carská vodka“), která obsahuje tři díly kyseliny solné a jeden díl

kyseliny dusičné a také ještě některé vzácné jedovaté soli kyanové, dovedou zlato rozpustit.

Zlato má značnou specifickou váhu. Je zároveň s kovy platinové skupiny z nejtěžších prvků zemské kůry, má specifickou váhu 19,3. Taví se poměrně lehce, už při zahřátí něco nad tisíc stupňů, ale zato se velmi těžce mění v těkavé páry. Aby se uvedlo do varu, je třeba je zahřát na 2600°. Zlato je velmi měkké a výborně kujné, jeho tvrdost nepřevyšuje tvrdost nejměkčích nerostů, ryzí zlato můžeme poškrábat nehtem.

Chemici dovedou určit zlato s takovou přesností, že stačí, je-li někde jediný atom v miliardě atomů jiných, aby jej chemik objevil ve své laboratoři; to je tedy přesnost $1 \cdot 10^{-10}$ gramu! Takové množství se nedá zvážit žádným způsobem ani nejdokonalějšími přístroji moderní techniky.

Zlata v zemské kůře není nedostatek, ale je rozptýleno. Chemici vypočetli, že průměrný obsah zlata v zemi je asi pět stomiliontin procenta. Stříbra, jež je daleko levnější, je pouze dvakrát tolik v zemské kůře!

Nejpodivnější je, že je zlato uloženo všude v přírodě. Bylo zjištěno v žhavých parách sluneční atmosféry, vyskytuje se (i když v menších množstvích než na Zemi) i v meteoritech, je rozptýleno i v mořské vodě. Poslední přesné rozbory ukazují, že je v mořské vodě pět miliardin procenta zlata. To znamená, že v krychlovém kilometru vody je v moři pět tun zlata.

Zlato je v žule, hromadí se v pozdních roztaveninách granitového magmatu, vniká do žhavých křemenných žil a tam krystaluje spolu se sirnými sloučeninami — hlavně železa, arsenu, zinku, olova a stříbra za neobyčejně nízkých teplot — kolem 150—200°. Tak vznikají velká ložiska zlata.

Při rozpadu žul a křemenných žil se dostává zlato do zvětralin a pro svou stálost a vysokou specifickou váhu se soustřeďuje v spodních vrstvách písku. Vodní roztoky rozmanitých látek, jež kolují v zemské kůře, nemají naň vlivu.

Geologové i geochemici se dlouho zabývali sledováním osudu

zlata na zemském povrchu. Podrobné studium ukázalo, že putuje i zde.

Nejenže se mechanicky drobí na částičky submikroskopických rozměrů a je tak unášeno v ohromných množstvích na př. řekami Sibíře, také se částečně rozpouští — hlavně v jižním klimatu, kde je mnoho chloru, překrystalovává a dostává se do rostlin i do půdy.

Rozbory ukázaly, že kořeny stromů hromadí zlato ve dřevě. Před několika lety dokázali vědci (byl to právě československý vědec, prof. Němec — pozn. překl.), že zlato je obsaženo v zrnech kukuřice ve značném množství. Ještě více zlata je nahromaděno v popelu některého kamenného uhlí, kde je zlata až 1 g v tuně popelu. Tak prodělává zlato — jak vidíme — složitou pout v zemské kůře, než je člověk dokáže vydobýt a nahromadit v bankách.

Ale přes to, že lidský mozek bojuje o těžbu zlata více než 2000 let, přes to, že tu jsou ohromné závody na těžbu zlata — přesto nám dosud není známa úplná historie tohoto prvku.

Naše poznatky o osudu rozptýleného zlata jsou tak malé, že z jednotlivých článků jeho putování nedovedeme ještě sestavit úplný řetěz. Kam zmizí zlato, zanášené do jezer a moří z horských řetězů a žulových masivů, kam zmizelo zlato velkého permského moře, které zanechalo na úpatí Uralu bohaté zásoby solí, vápence a bitumenů?

Geochemikům a geologům zbývá ještě velmi mnoho práce!

Budoucnost zlata není v tresorech bank, ani v bursovní hře makléřů a kapitalistů, nýbrž v nových cestách tohoto kovu, jehož pyšnou ušlechtilost nutno změnit ve vznešenou důstojnost přesné průmyslové, elektrotechnické a radiotechnické práce — všude tam, kde je třeba neproměnného kovu o velké vodivosti, odolného proti všem chemickým vlivům přírody.

VZÁCNÉ ROZPTÝLENÉ PRVKY

Zemská kůra se skládá z mnoha desítek prvků. Jen patnáct z nich je poměrně hojnějších a obyčejných; můžeme je nalézt téměř v každé hornině, ostatní jsou vzácnější.

Při tom tvoří některé ze vzácnějších prvků velká naleziště v rudních ložiscích, jiné — jako zlato a platina —, jejichž obsah v zemské kůře je velmi malý, tvoří drobné, sotva viditelné kovové krupičky a zřídka jen větší shluky.

Ať jsou sebevzácnější, přece tvoří samostatné nerosty — byť o velikosti velmi nepatrné. Jsou však v zemské kůře prvky, kterých je velmi málo a kromě toho ani netvoří vlastní minerály. Sloučeniny těchto prvků jsou rozpuštěny v jiných, častějších nerostech, v roztocích — jako se sůl či cukr rozpouštějí ve vodě. Na první pohled ani nemůžeme říci, je-li voda čistá nebo je-li v ní něco rozpuštěno.

Ani u nerostů nemůžeme na první pohled říci, jaké příměsi jsou v nich obsaženy. U vody můžeme říci, zda něco obsahuje, ochutnáme-li ji — rozbor nerostů je daleko složitější; zvláště je obtížné zjišťovat prvky, jež se schovaly v jiných nerostech.

Prvky prošly složitou a dlouhou cestou po roztocích a taveninách, především v horninách a rudných žilách se sdružily v tuhé nerosty stálých chemických sloučenin. Na této dlouhé cestě prodělaly mnoho proměn. Společně prošly všemi těmito změnami jen ty, které se zvláště podobají jeden druhému.

Čím jsou si chemicky podobnější, tím je obtížnější najít takovou reakci, jež by je mohla oddělit. A tak některé vzácné prvky místo aby vytvořily vlastní nerosty, rozptýlily se v nerostech jiných prvků. Říkáme jim prvky řídce rozptýlené.

Které jsou to prvky? Neslyšíme o nich ve všedním životě — i když se stávají vývojem techniky stále víc a více naší denní potřebou.

Je to: gallium, indium, thallium, kadmium, selen, germanium,

tellur, rhenium, rubidium, cesium, radium, skandium a hafnium. Jmenovali jsme jen nejvýznačnější, ale tento výpočet by se mohl ještě rozšířit.

Podíváme se, kde a jak se vyskytují tyto prvky v přírodě, jak je člověk objevil a jak se zužitkují.

Před námi leží žlutohnědý nerost, který tvoří často na lomu rovné lesklé hrany. Je dosti těžký, ale na venek málo připomíná rudu — třebaže to ruda je. Je to blejno zinkové — neboli jinak sfalerit.

Jeho složení je prosté: na jeden atom zinku připadá atom síry. Ale to je pouze základní stavba, jen hlavní součásti. Prostota jeho složení je jen zdánlivá. Je-li náš vzorek právě žlutohnědý, může být druhý červenohnědý, tmavohnědý, černohnědý či dokonce zcela černý a pak má vskutku kovový lesk.

Čím to je? Ukazuje se, že tmavá barva blejna zinkového je závislá na příměsi rozpuštěného železa sloučeného se sírou. Blejno zinkové bez železa je téměř bezbarvé nebo žlutozelené až světležluté. Čím více železa, tím tmavější barva. Je tedy barva spolehlivým ukazatelem obsahu železa v tomto nerostu. Studium vnitřní stavby blejna zinkového pomocí Roentgenových paprsků bylo dokázáno, že jsou v něm rozloženy jednotlivé atomy zinku a síry tak, že každý atom zinku je obklopen čtyřmi atomy síry a každý atom síry čtyřmi atomy zinku.

Tu na místo jednotlivých atomů zinku proniklo železo a vyvolalo tak tmavé zbarvení blejna. Přitom se rozložilo naprosto pravidelně: atom železa zaujal místo každého stého, nebo každého padesátého, dvacátého či desátého atomu zinku — ale tu se obrátil k železu přívětivý hostitel zinek a povídá: „Nemyslíš, že ses už dost roztáhl v mém bytě?“ — Třebaže je železa v přírodě daleko více než zinku, přece může železo nahradit zinek v blejnu zinkovém jen do určité hranice; odborně se tomu říká omezená mísivost.

Na tomto případě si ukážeme ještě jednu zajímavou věc. Jako v uprázdněné liščí noře nebude hledat útulek ani myš, ani med-

věd, který potřebuje na zimu daleko větší brloh, nýbrž jen zvířata, která mají zhruba stejné rozměry s liškou, tak i v blejnu zinkovém mohou zaujmout místo zinku jen takové prvky, jejichž atomy jsou u svými rozměry blízké atomům zinku.

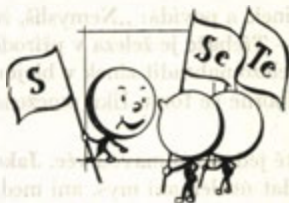
V blejnu zinkovém proto nacházíme z prvků řídce rozptýlených kadmium, gallium, indium, thallium, germanium. Vidíme, že zinek je opravdu pohostinným hospodářem. Ale také sřam může — byť v daleko menší míře — prokázat pohostinství jiným řídce rozptýleným prvkům: selenu a telluru.

Vidíme, že složení blejna zinkového je daleko složitější, než by člověk řekl na první pohled. Totéž se může říci o kyzu měděném či chalkopyritu a mnoha jiných nerostech.

Ale geochemici ukázali ještě na další zákonitosti: ukazují, že černá zinková blejna, bohatá na železo, zpravidla neobsahují téměř žádné kadmium, ale zato jsou bohatá na indium a někdy i germanium, kdežto gallium se hromadí hlavně v světlehnědém a kadmium v medově žlutém blejnu zinkovém.

Tmavě zbarvené odrůdy jsou obvykle bohaté na selen a tellur. Vidíme, že družnost prvků je různá a že různé podmínky i různí sousedé určují, jaké podnájemníky je možno ubytovat na místě vyhrazeném zinku.

Nalézt řídce rozptýlené prvky není tak jednoduché a vyžaduje to zvláštních prostředků. Jejich vysoká cena nutí nás k tomu, abychom je hledali i tehdy, kdy jejich obsah je velmi malý. Na pomoc běžnému chemickému rozboru a jeho nejdokonalejším metodám a nejcitlivějším reakcím přichází spektroskopie a roentgenochemický rozbor.



Tyto metody nepotřebují složitých chemických pochodů, mohou okamžitě ukázat, jaké jsou v daném nerostu prvky a v jakém poměru. Blejno zinkové, které má jen 0,1 % india, není už rudou zinkovou, nýbrž

indiovou, protože cena india je i při tak malé koncentraci vyšší než všeho zinku.

Čemu vděčí řídce rozptýlené prvky za takovou pozornost, proč se o ně tak zajímáme, proč jsou tak ceněny? Hlavní příčinou tu je výlučnost jejich použití, svéráznost vlastností samotných kovů či jejich sloučenin.

Tak kysličník thoričitý svítí při rozžhavení oslepujivě jasným světlem a proto se používá v Auerových punčoškách (zároveň s 0,9 % kysličníku ceričitého; podle některých teorií svítí právě částčky kysličníku ceričitého, kdežto kysličník thoričitý tu tvoří podklad, špatně vodivý pro teplo. — Pozn. překl.). Rubidium a cesium dávají zrcadla, jež propouštějí lehko elektrony, což je činí nepostradatelnými pro fotobuňky.

Podíváme se, k čemu a jak se upotřebí řídce rozptýlené prvky, které lze získat jen z popsaného blejna zinkového.

Kadmium. Světle šedý, dosti měkký a lehce tavitelný kov, taví se při teplotě $321,7^{\circ}$. Ale stačí roztavit jeden díl kovového kadmia s jedním dílem cínu, dvěma díly olova a čtyřmi vizmutu (každý z těchto kovů se roztápí za teploty nad 200°), abychom získali slitinu, zvanou Woodova slitina, která se taví již při teplotě 70° !

Jen si představte: kdybychom vyrobili z takové slitiny čajovou lžičku, a chtěli si rozmíchat cukr v horkém čaji — tu by se taková lžička roztavila v horkém čaji, a na dně sklenice bychom našli pod vrstvou čaje roztopený kov! Při jiném poměru těchto čtyř kovů získáme slitinu Lipovičovu, která se taví už při 55° ! Takovým roztaveným kovem si ani ruku nepopálíš!

Lehce tavitelné kovy lze upotřebit v mnoha oblastech techniky. Existuje kov, který můžeme roztavit už tím, že jej držíme v ruce — a je to dokonce čistý kov, ne slitina. Je to gallium, jeden z oněch řídce rozptýlených prvků blejna zinkového. Kromě toho najdeme gallium ve slídách, hlinách a j.

Gallium se taví už při 30° C a je tedy po rtuti, která se taví při -39° , jedním z nejtavitelnějších kovů. Může úspěšně nahradit

rtuť, jejíž páry jsou — jak známo — jedovaté, což se nedá říci o galliu. Můžeme proto upotřebit gallia na výrobu teploměru. Rtuťovými teploměry můžeme měřit teploty od -40° do $+360^{\circ}$, kdy rtuť vře; galliovými teploměry možno měřit teplotu od $+30^{\circ}$ do 1000° , protože gallium vře až při teplotě 2300° . Sklo na takové teploměry musí být ovšem speciální, nesnadno tavitelné. Takovým teploměrem je možno změřit teplotu mnoha kovů v roztopeném stavu.

Gallium má ještě jednu zajímavou vlastnost; tak jako led je lehčí než voda, takže kry plují na vodě, tak i tuhé kovové gallium je lehčí než roztopené a může plovat na jeho hladině. Tuto vzácnou vlastnost má ještě vizmut, parafin a litina. U všech ostatních látek je tomu právě naopak: tuhá látka klesá ve vlastní tavenině ke dnu.

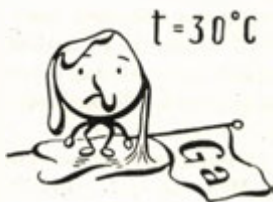
Vraťme se však ke kadmii. Kromě cenných snadno tavitelných slitin se používá kadmia u tramvají.

Viděli jste někdy starý tramvajový sběrný oblouk? Neustálým třením o vedení se v něm tvoří hluboký zářez. Stejně se opotřebovuje i elektrické tramvajové vedení, o něž se oblouk tře. Stačí však přidat jen asi 1% kadmia, aby se toto opotřebení značně zmenšilo.

Kromě toho se kadmia používá u tramvají na barevná skla u signálních svítlen. Přidáme-li do skla sirník kademnatý, dostaneme krásnou žlutou barvu, přidáním sloučeniny selenu s kadmii získáme barvu červenou.

Použití india je stejně zajímavé jako u kadmia. Je známo, že se slitiny mědi velmi rychle rozpadají při styku s mořskou vodou. Tyto slitiny není někdy dobře možno nahradit chemicky odolnějšími látkami při stavbě ponorek a hydroplánů.

Ukázalo se, že přidáním nepatr-



ného množství india k takovým slitinám značně vzroste jejich odolnost vůči mořské vodě.

Přidáme-li kovové indium ke stříbru, zvýšíme značně jeho lesk, jeho schopnost odrážet světlo. Toho se využívá k výrobě zrcadel pro světlomety: indium v zrcadle reflektoru značně zesiluje jeho jasnost.



Nečekané vlastnosti má řídce rozptýlený prvek selen, blízký příbuzný síry, vyskytující se zpravidla v malých množstvích v sirných rudách. Elektrická vodivost selenu se prudce mění se světelnou intenzitou. Na tom se zakládá přenášení obrazů prostřednictvím telegrafu a radia, stejně tak jako četné automatické kontrolní stroje, které zaznamenávají světlé či tmavé detaily na běžícím pásu. Konečně i přesné měření světla je možné jen díky selenu.

Další důležité upotřebení selenu je při výrobě čistého bezbarvého skla. Sklo se obvykle připravuje z křemenného písku, vápna a sody nebo siranu sodného. Písek musí být co nejčistší, hlavně bez železa, protože železo dodává sklu zelenavý odstín, jaký má lahvové sklo.

Stačí už nepatrné množství železa, aby se objevilo takové zabarvení. Pro okenní sklo je však nutné sklo čisté, bezbarvé; ještě lepší sklo musí být na brýle, a naprosto bezvadné na optické přístroje: mikroskopy, dalekohledy, teleskopy. Přidáme-li k roztaženému sklu sloučeninu selenu se sodíkem, vytvoří selen sloučeninu se železem a tak je odstraňuje z taveniny; tak získáme bezbarvé sklo.

Pro výrobu speciálních optických přístrojů, pro silné dalekohledy o velké světelnosti, pro optiku fotografických přístrojů s vysokou světelností je třeba, aby mělo sklo ještě četné speciální vlastnosti. Těch dosáhneme přidáním malého množství kyslíčnicku germanatého.

Germanium je jedním ze řídce rozptýlených prvků a je stejně jako selen obsaženo v nepatrných množstvích v některých odrůdách blejna zinkového. Najdeme je také v některých druzích kamenného uhlí.

Tak jsme se seznámili s tím, jak řídce rozptýlené prvky působí v minerálech a rudách. Seznámili jsme se s některými vlastnostmi těchto neobyčejných prvků a jejich zvláštním upotřebením.

Důležitost jejich upotřebení nám ujasňuje, proč sleduje geochemie prvky řídce rozptýlené s takovou pozorností.



Dějiny atomu v přírodě

Z KOSMU NA ZEMI

Jsou noci, kdy můžeme na obloze pozorovat tisíce letících a hasnoucích ohýnků. „Hvězda spadla — musíš si něco přát!“ — říkají při tom pověřiví lidé. Někdy můžeme spatřit skutečný meteor. Potom se na několik vteřin rozžehne světlo jako ve dne, po obloze se nese jakási ohromná raketa, rozsévající zelené a červené jiskry. Náhle se od rakety oddělují střepiny, odletují na všechny strany jako při výbuchu. Je slyšet i zvuk — nejčastěji rachot, podobný střelbě, vzácněji hřmění.

Někdy se poštěstí vidět, jak se meteor řítí k zemi a rychle hasne. Někdy zůstane jako stopa slabě svítící skvrna či světélkující obláček; někdy je i po čtvrt hodině viditelná jeho dráha,

Počet „padajících hvězd“ je ohromný. Počítá se, že za 24 hodin vchází do zemské atmosféry 6—8 milionů takových kosmických tělísek. Protínají zemskou atmosféru rychlostí od 10—80 km za vteřinu — podle toho, dostihují-li Zemi ve směru jejího pohybu nebo zda se s ní setkávají ve směru protichůdném. Jsou to kosmická tělesa, kosmický prach, který padá na Zemi. Dokud jsou meteory chladné, jsou neviditelné. Ve výši 120—150 km je však už ovzduší hustší, kameny se zahřívají a rozžhavují, stávají se viditelnými. Ve výši 30—60 km je již odpor vzduchu ohromný. Meteor tlačí před sebou vzduch, stlačuje jej jako pružinu, která nakonec zpomalí jeho let. Meteor se rozžhaví na několik tisíc stupňů, exploduje a střepiny padají na Zemi už pomalou, zemskou rychlostí. Zvlášť velký je počet padajících hvězd začátkem

srpna, uprostřed listopadu a koncem dubna. Pravidelné hvězdné deště přispěly více než co jiného k objasnění celé záhady. Když byly určeny orbity srpnových a listopadových proudů meteorů, ukázalo se, že se po těchže drahách pohybují kolem slunce dvě známé komety. A tak je shluk kosmického prachu v tomto případě závislý na rozpadu komet, které vytvářejí kruh meteorů.

Na průsečíku dráhy Země s drahou komet dostáváme hromadné pády meteorů. Největší počet pádů připadá na ranní hodiny před východem slunce. Je to pochopitelné, protože tehdy je místo pozorování postaveno proti ročnímu pohybu Země.

V některých letech bývá hromadný pád hvězd. Tak na př. 12. listopadu 1799 pozorovali v Jižní Americe Humboldt a Bonpland pád několika tisíc meteorů najednou.

Vidíme dráhu z Kosmu na Zemi, dráhu, kterou můžeme zachytit na fotografii, můžeme sebrat i úlomky po zemi a studovat je v laboratoři.

V tichu klidného večera zaslechneme náhle na obloze rachot. Na modré klenbě zasvítí jasné hvězdy, které se za několik vteřin rozletí v jiskry a zanechávají po sobě dlouhé, zvolna hasnoucí stříbrné dráhy. Do země se vrývají jakési kameny, podobné nábojům dalekopalné zbraně; zlověstně sviští nad stromy a poli, narážejí hluše na oranici, zarývají se do hloubky několika metrů nebo padají malátně na povrch ledu jako střely, které ztratily svou kinetickou energii. Jsou to atomy z jiných světů — meteority.

Daleko, bez hranic se prostírají polární pustiny. Prach měst je nedostihne; čisté jsou poryvy polárních větrů a bouří. Jen někdy chrlí soptící vulkány jemný popel do horních vrstev troposféry a pak padá s výše 10 až 20 km sopečný popel i zde.

Obvykle je však obzor Arktidy jasný, čisté jsou západy slunce a sníh — ale přece — podívejme se, tu a tam se objevují roztroušené černé a hnědé body. Roztavíme polární sníh a dáme vodu ustát. Na dně úzkých sedimentačních válců najdeme pak drobné částčky. I to jsou „atomy jiných světů“ — kosmický prach meteoritů, kryokonit.

Se skřípotem a řinčením řetězů se navíjí na hřidel jeřábu oce-
lové lano z hlubin oceánu. Musí být celkem pět kilometrů dlouhé,
aby mohlo vytáhnout z hlubin na naši palubu hloubkový drapák,
který se pomocí vtipného zařízení zakousne hluboko do dna
mořské tůně. Se slanou vodou vytéká červená jílovitá masa,
menší jílové částičky se vznášejí ve zkalené vodě nádoby, a na
dně je několik černých bodů. Nejsou to přichozí z jiných světů?
Nejsou i toto zbytky prachu meteoritů?

Tisíce kamenů padá z neznámých výšin na naši Zemi, a nezná-
me ani jejich počet, natož jejich váhu. Snad desítky, snad i stovky
tun kosmické hmoty klesají jako břemeno na povrch Země, zcela
nepozorovaně, daleko od lidských obydlí, do lesů, sněhu a moří.
Všecky meteority, zakreslené do mapy v oblasti Sovětského svazu
jsou rozloženy podél velkých železničních tratí. Počet spadlých
meteoritů v každé zemi je tím lépe zjištěitelný, čím hustší je její
osídlení.

V ohromných prostorách Sahary, v tajemné Východní Sibiři leží
možná pohřbena ještě velká množství těchto nebeských kamenů.

Vzhled meteoritů je velmi charakteristický. Mají vždy, třeba
jen na části povrchu, zakalenou kůru, podobnou chlebové kůrce.
Podle této kůry, podle obsahu siřníku železnatého a také podle
obsahu niklu s železem se meteority poznávají.

Vyhledáme-li meteorické železo a naleptáme povrch kyselinou
solvou, objeví se zvláštní obrazce, protože krystaly niklu se lep-
tají obtížněji. Dostaneme t. zv. Widmannstättenovy obrazce.

První, kdo podal vědecký výklad meteoritů, byl fysik Chladni
v r. 1794. Jeho výklad byl však přijat nepříznivě ve vědeckém
světě — vysmívali se mu. Historie vědy nám bohužel zazname-
nala nejen jeden případ, kdy buržoasní vědci se vyznamenali takovou
nesnášenlivostí, jako šosáci, poukazující na oblíbené a všemi
uznávané zásady. Chladného však podpořili francouzský vědec
Biot a skvělý cestovatel A. Humboldt.

Jeden z nejzajímavějších nebeských zjevů byl pozorován
10. března 1896 v hlavním městě Španělska, Madridu.

Za slunného dne se objevil v poledne na nebi snop oslnivě modrozelené barvy a takové intensity, že sluneční záře pobledla a někteří pozorovatelé na čas oslepli. Náhle se rozlehl výbuch a na město se snesla prška kamení. Některé byly menší střepy — bylo jich sebráno na tisíce; zůstaly mezi lidmi. Jeden střep, vážící asi 150 g, prorazil noviny. Kraje otvoru byly opáleny od rozpálené střepiny.

Možno také připomenout ohromné spousty železa ve státě Arizona, kde meteorit vyryl jámu na kilometr v průměru, a kde bylo tolik železa, že se dobývalo pro praktické účely.

V roce 1908 spadl na Sibiři v Jenisejském kraji ohromný meteorit, který povalil kmeny stromů na stovky kilometrů. Sám meteorit nalezen nebyl, třebaže ruský badatel L. A. Kulik jej hledal několik let.

(Nedávno, 12. března 1947, došlo k jedinečnému pádu meteoritu v Přímořské oblasti DVK, na hřbetu Sichote-Alinu. Měl 10.000 tun a rozpadl se při explozi na drobné kousky. Kráter a četné kousky meteoritu se studují v Akademii Nauk SSSR, jak referuje časopis Priroda z r. 1947.).

V museích se ukazují čtyři typy meteoritů. Jsou to tektity a tři druhy vlastních meteoritů.

Tektity jsou průzračné jako sklo, někdy tmavozelené, jindy hnědé či se světlezeleným odstínem, ležely třeba tisíce let v písku, a proto jsou na povrchu silně rozleptány. Jsou jich desetitisíce jen v pražském Národním museu, tisíce v Chicagu a Paříži. Přesná chemická analýsa nám říká o jejich atomech toto: jsou to typická skla, bohatá na kysličník křemičitý s vysokým obsahem hliníku, draslíku a sodíku. Připomínají složení písků porfyrových, jsou velmi shodné s našimi žulami co do chemického složení. Lidé se příliš nepřiklánějí k tomu, pokládat je za kosmické kameny. Někteří je zařazují mezi zemská vulkanická skla, jiní v nich vidí umělý výtvar předhistorického člověka, jiní se domnívají, že to je písek, roztavený žářem meteorů...

Problém je ještě nedořešen, protože není nezvratných důkazů

jejich nezemského původu. Naopak, celý vesmír a všechny nám známé jisté kosmické kameny jsou zcela odlišného složení, jiné atomy jim dávají význačné rysy, jejich chemismus je jiný... Jen jedno nebeské těleso mi stále přichází na mysl, když vyvstává znova a znova otázka tektitů v bouřlivé diskusi.

Nedaleko od nás obíhá Měsíc, náš souputník. Velkým dalekohledem pozorujeme mrtvý povrch, ostré stíny kráterů a hřbetů táhnou se po povrchu kdysi roztavené planety, která ztrácela při mohutných výbuších své těkavé atomy.

Složitou methodou, studující odraz slunečních paprsků, pátrají vědci po složení Měsíce. Kužele vulkánů jsou vytvořeny pravděpodobně porfyrovyými lávami, které jsou bohaté na kyslíčník křemičitý a alkalie. Velké bílé skvrny, které tvoří jakési paprsky kolem jednotlivých jíců, jsou tvořeny pravděpodobně alunitem, zásaditým síranem hlinitodraselným. Složení Měsíce odpovídá asi složení tektitů; ba ani hodnota specifické váhy neodporuje této hypotese.

Je však možné, aby pocházely z Měsíce, který se odtrhl od Země ještě v době, kdy na jejím povrchu byly roztavené hmoty kyslíkatých žulových hornin?

Snad jsou to vskutku částčky, které byly odervány jako Měsíc od Země mohutnými paroxysmy její sopečné činnosti?

Snad jsou to ochladlé kapky oněch popelovitých hmot, vyvržených do vesmírných prostorů při ohromné katastrofě Země — kdy se oddělil její souputník?

Zde leží před námi skutečné a nesporné meteority: desetitunové balvany černých, jakoby zuhelnatělých kosmických těles, jiné v podobě ohromných krup, jiné nepravidelných, rozleptaných forem.

Některé vypadají jako obyčejné horniny; vidíme, že obsahují křemité sloučeniny jako žula či diorit, jen lesklé částice sirných sloučenin a zrnka lesklého kovu komplikují celý obraz.

V jiných je kovu daleko více, obklopil souvislou masou krystalky křemitých sloučenin a roztavil jejich kontury. To jsou tak zvané pallasity.

Konečně jsou i meteority, tvořené téměř jen kovem — železem a niklem, mezi nimiž jen tu a tam zpestřují celý obraz jednotlivé skvrny sloučenin síry, fosforu a uhlíku.

Prvních je mnohem více než posledních a vědcům se podařilo po mnoha letech houževnaté práce, po těžkých a složitých rozbo-
rech několika set nalezených a pečlivě očištěných meteoritů, určit jejich úplné chemické složení.

A co se ukázalo? Ani jeden prvek, který by byl Zemi cizí, ani jediný atom, který by byl cizincem v naší přírodě; můžeme v nich najít všechny atomy Mendělejevovy tabulky. Byly nalezeny všechny, po kterých bylo pátráno — celá Mendělejevova tabulka, stejně tak bez čísel 85 a 87, o které jdou i na Zemi takové spory. Tedy — totéž, naprosto nic nového! Jaké rozčarování!

A přece ne! To, co je nejpozoruhodnější a vskutku nové, je poměrné množství atomů, z nichž jsou meteority složeny.

Nakreslíme si tabulku se 16 nejčastějšími typy atomů, v tom množství, jak byly nalezeny v průměrném složení meteoritů a sestavíme si je podle atomových čísel; vedle nich dáme tabulku zastoupení těchže atomů v zemské kůře.

Průměrné složení zemské kůry a meteoritů.

Atom. číslo	Prvek	Průměrný obsah váhově:				
		v zemské kůře	v hlubinných peridotit. horn.	v kamenitých meteoritech (Nodack)	v železných met. (dle Čirvinského)	v zemském jádru dle výpočtu
1.	Vodík	1,00	—	—	—	—
6.	Uhlík	0,80	—	—	0,11	0,03
8.	Kyslík	40,13	42,05	42,04	—	—
11.	Sodík	2,40	0,50	0,72	—	—
12.	Hořčík	2,35	10,91	15,90	—	—

Atom. číslo	Prvek	Průměrný obsah váhově:				
		v zemské kůře	v hlubinných peridotit. horn.	v kamen- ných meteoritech (Noddack)	v železných met. (dle Čirvinského)	v zemakén jádro dle výpočtu
13.	Hliník	7,55	3,26	1,61	—	—
14.	Křemík	26,00	23,00	21,43	—	—
15.	Fosfor	0,12	—	—	0,22	0,17
16.	Síra	0,10	0,54	2,01	0,16	0,04
19.	Draslík	2,35	0,22	0,26	—	—
20.	Vápník	3,25	5,09	1,92	—	—
24.	Chrom	0,03	0,31	0,50	0,06	—
26.	Železo	4,20	13,50	12,76	90,00	90,67
27.	Kobalt	0,00	—	—	0,69	0,59
28.	Nikl	0,02	0,33	0,21	8,70	8,50
29.	Měď	0,01	—	—	0,06	—

Z těchto čísel je zřejmé, že je tu překvapivá podobnost. Kamenné meteority se liší svým složením od hlubinných peridotických hornin jen vyšším obsahem hořčíku a síry, a malým množstvím vápníku.

Čísla, která jsme uvedli, nejsou jednotlivé analýsy nějakých meteoritů, jež se mohou navzájem značně lišit, nýbrž průměry, vypočtené z mnoha set analys. Je to právě tak, jako bychom naházeli všechny meteority (a je jich známo mnoho tun) na jednu hromadu, roztloukli na prášek, pečlivě promíchali a pak udělali teprve rozbor.

Čísla takto získaná jsou velmi spolehlivá a pevná; můžeme provádět nové a nové výpočty, přidávat všechny nové rozborů meteo-

ritů a znovu počítat průměr — změny se neobjeví ani v desetinách procenta. Také čísla v rozboru hlubinných peridotických hornin jsou průměrem z mnoha analys a jsou velmi stabilní — odpovídají peridotitu, který najdeme na Sibiři stejně tak jako v Africe.

Ve srovnání s peridotickými horninami jsou meteority bohatší takovými prvky (síra, nikl, železo), kterých je více ve větších hloubkách Země. Jádru Země je pravděpodobně složeno celé z železa a niklu. Je to podivuhodný výsledek!

Průměrné složení kosmických těles a složení Země je stejné nejen co do kvality, nýbrž i kvantitativně: všechny prvky vystupují ve stejných poměrech vzájemných jak ve složení Země, tak ve složení celého slunečního systému. Taková obdivuhodná shoda nemůže být jen hrou náhody, dá se vysvětlit jen jedním způsobem: jednotností původu. Pokrevní příbuzenství malé planety Země s jejími bratry a sestrami planetami má tedy další — a to nejzávažnější — důkaz.

Končíme kapitolu o kosmických kamenech. Těžkými údery padají meteority na Zemi, meteorický prach padá v jemných částechkách na povrch oceánů, pevnin a ledových mas. Padají k nám hmotné atomy, statisíce meteoritů zvětšují každoročně váhu naší planety. Kdyby i tisíc tun napadlo každý rok, přidaly by však za celou dlouhou historii zemské kůry v době 2—3 miliard let jen jednu miliontinu váhy nikoliv celé Země, nýbrž jen jejího vrchního obalu.

Kdo však může vědět, že jich vždycky padalo tak málo jako dnes; kdo může popřít domněnku, že právě tyto částčky jsou příčinou postupného růstu naší Země? Nikdo dosud nedovede zodpovědět tyto otázky.

Rozřešení je ve vesmíru. Odtud snad, z poznání svítících a žhavých světů, přijde jednou vysvětlení. Tam je třeba obracet oči — k slunci a hvězdám!

Země není osamělá, tisíce nositelů energie a hmoty poutají naši Zemi s vesmírem, rychlé atomy vodíku a helia unikají z pole

přitažlivosti zemské, tajemná záření přinášejí nám hmotné částčky ze slunce a hvězd.

Život Země, její kalendář, její počasí, její jiskřivá polární záře, práce radiových přijímačů — vše závisí na chaosu vlnění, od dlouhých do ultrakrátkých, od světelných do ultrafialových; vlněním nesou se k nám i hmotné částčky cizích hvězd a mléčných drah.

Slunce, mléčná dráha, veliká souhvězdí — pod vaším znamením jde život!

Kupředu, za velkým poznáním putování atomů vesmírem!

ATOMY V HLUBINÁCH ZEMĚ

V románech Julia Vernea, George Sandové a akademika Obručeva jsou popsány fantastické cesty do středu Země, do nedostupných hloubek světa. V jiných dílech kreslí fantasie spisovatele lety do neznámých výšek. Tyto knihy, od báchorečných románů XVII. století po skvěle vypočítané „výlety na měsíc“ Ciolkovského nás vedou do dalekých, zdálo by se nedostihnutelných světů.

V těchto zajímavých knihách se projevil hloubavý lidský rozum, který se nemohl a nemůže smířit s tím, že žije na tenounké zemské kůře a že ovládá jen nějakých 20—25 km zemského obalu.

Není pochyby o tom, že si člověk za posledních padesát let vydobyl velkých úspěchů v boji o rozšíření známého světa a vlády nad ním. Snaha sportovců vystoupit na nejvyšší zasněžené vrcholy ustoupila dnes vědeckým výpravám Akademie věd.

Bývala tu kdysi domněnka o nepřístupnosti vysokých vrstev ovzduší, kam nepronikne ani hluk, ani zmatek Země, ani chemická válka zemských molekul; smělí sovětští stratonauti otevřeli za cenu svého života první stránku ovládnutí vzdušných výšin.

Lety ve stratosférických balonech značně rozhojnily poznání oblastí, kde se silně zmenšuje množství hmoty, kde na jeden krychlový metr připadá jen několik částíček, ztracených ve světovém prostoru, kde volné atomy prolétají svobodným letem tisíce kilometrů.

Člověka lákají nejprve výšky — a zde jsou poznatky zcela reálné: technika dosáhla ohromných výsledků a vědci znají daleký, lidskému zraku nedostupný svět mnohem lépe než ten, který nám leží pod nohama.

Naše úspěchy v poznání zemských hlubin jsou daleko slabší. Do nich nás vede boj o naftu a zlato. Člověk proráží šachty a sondy, pronikající do zemských hlubin, ale nejhlubší naftové vrty dosahují sotva 4—5 kilometrů (nejhlubší zlatý důl nedosáhl ani 3000 m), a to už pokládáme za skvělé vítězství!

V honbě za zlatem a naftou dokáže člověk jít jistě ještě hlouběji. Vymoženosti techniky dovolí jistě překonat tyto rekordy ještě o několik kilometrů. Ale co to znamená těch několik kilometrů ve srovnání se zemským poloměrem — 6377 km? Jsou všeho všudy jednou tisícínou zemského poloměru!

Kdyby byla Země tak velká jako meloun, rovnalo by se naše proniknutí do jejího nitra dvěma desetinám milimetru.

Je pochopitelné, že se lidská mysl nemůže smířit s takovým stavem věcí. Všechny vědce, počínaje nejstaršími filozofy a konče astronomy dneška, zajímá vnitřní stavba Země a možnost ovládnutí zemských hlubin. Pokusíme se — byť jen zlomkovitě, představit si to, co víme o zemských hlubinách, putovat aspoň v myšlenkách od povrchu Země do hlubin, podívat se, co na této cestě potkáme.

První pokus popsat pouť do zemských hlubin najdeme u Lomonosova. Jeho myšlenky jsou sice roztroušeny v řadě prací, ale A. N. Radiščev je shrnul ve svém „Slově o Lomonosovovi“. Je zajímavé číst, jak Radiščev končí své znamenité „Cestování z Petrohradu do Moskvy“, kde poslední stránky vypravování

o hrozné pouti blátivou a rozervanou poštovní cestou věnuje fantastické cestě Lomonosova do středu Země. Rýsuje obrazy, jež vědec spatří, sestupuje s povrchu přímo do zemských hlubin. Tu je ono znamenité líčení:

„V rozechvění sestupuje Lomonosov do otvoru a brzy ztrácí s očí životodárné slunce. Rád bych jej sledoval na jeho podzemní pouti, zachytil jeho myšlenky tak a v takové souvislosti, jak se mu postupně rodily v hlavě. Nárys jeho myšlenek byl by nám zábavou i poučením.

Pronikaje první vrstvou Země, východiskem všeho života, shledává cestovatel do podzemí, že je značně odlišná od následujících vrstev, že se od nich liší svou životodárností. Možná, že z toho učinil závěr, že všecken zemský povrch není vybudován ničím jiným než rozkladem a klíčením, že jeho plodnost, jeho živná síla a schopnost obnovy má svůj zdroj v nerozrušitelných prapůvodních částechkách všech věcí, jež neměnice svou podstatu, mění pouze vzhled svůj, pramenící v náhodných sloučeních.

Na další pouti viděl cestovatel do zemského nitra, že je země stále proložena sloji. V těchto slojích nacházel někdy zbytky mořských zvířat či rostlin a z toho si domyslel, že zemské vrstvy mají původ ve vodních nánosech a že vody, stěhuje se z jedněch končin do druhých, daly Zemi to složení, jaké nacházíme v jejím nitru.

Jednotvárné zvrstvení se mu místy náhle ztratilo a ukázala se změť mnoha různorodých vrstev. Z toho se domyslel, že sverepý oheň pronikl do zemských hlubin a střetnuv se se svým protivníkem — vodou rozlítíl se a bouřil, trásl a přehazoval vše, co se mu jen postavilo na odpor.

Když všecko zpřevracel a smíchal, vzbudil svým horkým dechem v prvotních kovech sílu přitažlivosti a sloučil je. Tam Lomonosov spatřil všecky mrtvé poklady nahromaděny v jejich původní podobě, uvědomil si chamtivost a ubohost lidskou a se zkroušeným srdcem opustil tento chmurný příbytek lidské nenasytosti.“

Čteme-li tento podivuhodný text, můžeme říci, že plně odpovídá našim dnešním představám. Nemůžeme popřít ani jedno slovo. Jen řeč se poněkud změnila.

Pokusíme-li se srovnat tento fantastický obraz, narýsovaný vědcem XVIII. století s daleko konkrétnějším výsledkem, dosaženým vrtacími stroji, uvidíme toto:

Před několika lety byla v Moskvě mezi drobnými kupeckými domky za Selskou branou postavena nevelká věž, kterou ani nebylo z ulice vidět. V ní byl vrtací stroj, který měl proniknout do zemských hloubek, aby se poznalo, na čem stojí Moskva.

Vrtalo se dlouho a houževnatě s úmyslem dosáhnout hloubky několika kilometrů. Nejprve byly proraženy hlíny a písky, které byly zaneseny na moskevskou pláň jižními proudy velkého skandinávského ledovce. Byly to stopy posledních křečí ledové doby, která zahalila souvislým krunýřem ledu a sněhu celý sever evropské části Svazu.

Pod těmito hlínami byly rozmanité vápence, které se střídaly s proplásky slínů a opět hlín, postupně ubývalo vápenných koster a škeblí, a lastury měkkýšů byly vystřídány písky. Ojedinelé vrstvy uhlí do nich vklíněné nám poukázaly na spojitost s uhelnou pánví, která zásobuje svým topivem a plynem Centrální průmyslovou oblast.

Geologové prostudovali podrobně uložení starých kamenouhelných moří a zjistili, že tato moře byla z počátku nehluboká. Jejich břehy byly pokryty bujným rostlinstvem, které se bohatě rozvíjelo ve vlažném a horkém klimatu. Pak se začala tato moře prohlubovat, vody od severu a východu přibývalo, lesy i rostlinstvo byly zničeny a místo toho dal rozkošný svět vodních živočichů základ korálovým útesům a vrstvám škeblí. Tehdy vznikly vápence, z nichž se stavějí moskevské domy a po nichž dostala Moskva jméno Bělokamenná.

Vrt pronikl celou touto serií sedimentů, které vznikly v kamenouhelné době za desítky milionů let, a narazil na nové vrstvy ohromného množství sádrovce. Stovky metrů klesala sonda

sádrovcovým souvrstvím, hliněnými proplástky a množstvím vody.

Tyto vody byly nejdříve nasyceny sirnými solemi, ve větších hloubkách stoupal obsah chloridů. Vrt procházel solným roztokem desetkrát slanějším než mořská voda. Byly to převážně chloridy sodný a vápenatý a s nimi četné sole bromu a jodu.

Byl to obraz už ne kamenouhelné, nýbrž ještě starší, devonské doby: ustupující moře se solnými jezery, limany a pouštěmi, jež obklopovaly toto moře; soli na jejich dně, které se usazovaly v mocných vrstvách, smísily se hned s jemným jílem, hned s prachem, zaneseným sem uragany a smršťemi z devonských pouští.

Vrt pronikl už do hloubky půl druhá kilometru. Co bude dál? Co bude pod těmito sedimenty starých devonských moří, jaké nové obrazy uvidí geolog, až sonda pronikne o několik set metrů hlouběji? Všelijaké dohady vzrušovaly odborníky a smělé mozky stavěly rozmanité hypotézy. Tu se náhle ve hloubce 1645 m objevil písek. To bylo zřejmě pobřeží devonského moře. Písky zřetelně ukázaly, že je na blízku souš. Mezi nimi se objevily ojedinělé úlomky vyvřelin, obklopené třístí z mořského pobřeží. To už bylo pobřeží — skutečný břeh, a po deseti metrech se sonda zahryzla do tvrdého granitu.

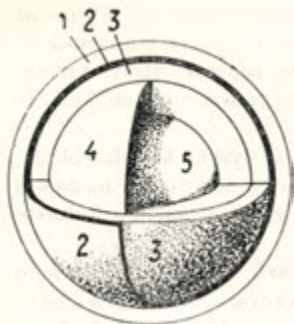
A tak koncem července 1940 dosáhl po prvé vrtací stroj žulového podkladu — onoho základu, na němž leží celá Rus od Lenin-gradu na severu po Ukrajinu na jihu. Brzy dosáhly sondy v Syzrani a pak dále na východ asi v téže hloubce žulového podkladu, a potvrdily tak geniální domněnku akademika A. P. Karpinského, že pod povrchem celé tabule evropského Ruska leží starý granitový masiv, onen starý masiv či štít, jak jej známe z překrásných žul a rul Karelo-finské republiky a na jihu na březích Dněpru a Bugu. Vrtačky pronikly ještě do hloubky dalších 20 metrů v tvrdé žule. Podle mínění geologů to byly ony žulové horniny, jejichž vznik lze datovat do doby ne mladší než jedna miliarda let.

Tak pronikla vrtačka do hlubokého podloží Moskvy. Ale co je dál? Co na ni čeká pod těmito žulami? Je možno ještě dosáhnout 2000 m, až do těch hlubin, na nichž leží masy granitu? O to se vedou bouřlivé spory. Jedni říkají, že je beznadějně pokračovat v dalším vrtání, že by se muselo proniknout mnoho set či dokonce tisíce metrů, než skončí ony pevné masy žulové a rulové kry. Jiní naléhají na to, aby se pokračovalo ve vrtání a rozřešilo tak tajemství dalších hloubek. V cestě stojí velké těžkosti a práce u sondy je při každém dalším metru stále složitější, mají-li se z hloubky téměř dvou kilometrů zvedat krásná růžová jádra žulových rul moskevského podloží.

Lidská technika je ještě slabá na to, aby dosáhla nejhlubších vrstev Země, abychom ovládli ještě větší hloubky Země, musíme postupovat jinými cestami. Jako první naznačil tyto cesty v r. 1875 mladý geolog Eduard Suess. Vzal si za úkol podívat se na Zemi s ptáčí perspektivy, s plnou výzbrojí mladé geologie a právě se rodící geochemie. Suess se pokusil zjistit základní vrstvy, z nichž je Země složena. Šel proto nejdříve cestou starých filosofů a rozdělil Zemi na tři prosté vrstvy: ovzduší či atmosféru, obklopující Zemi souvislým pláštěm, hydrosféru či vody a oceány, „Panthalassa“ starých Řeků, jež pokrývá pevnou zemi a prosycuje ji, a konečně lithosféru — kamennou vrstvu, kde v hlubinách věčně hoří požáry ohňů z vulkánů v říši Tartaru.

Toto první rozdělení postupně prohluboval. Oddělil barysféru na základě chemického rozboru tuhých hornin. V roce 1910 Murray soustavně vyložil rozdělení Země na jednotlivé obaly a nazval je geosférami.

Tehdy začala neúnavná práce chemiků a fysiků, geochemiků a geofysiků o dalším a podrobnějším průzkumu těchto jednotlivých obalů či geosfér. V celé šíři a hloubce postavil tento úkol ruský vědec V. I. Vernadskij se svou školou. Místo povrchního obrazu „tváře země“ vyvstal před geology a geochemiky úkol rekonstruovat všechny charakteristické procesy, které probíhají v každé z geosfér a podat tak celý obraz vnitřní stavby naší planety.



Struktura Země:

1. *Vzdušný obal.*
2. *Zemská kůra (žulový a čedičový obal) — 60 km tlustá.*
3. *peridotitový obal. Obaly 2 a 3 se jmenují litosféra; jejich tloušťka je asi 1.600 kilometrů.*
4. *Rudný obal od 1.600 do 3.000 km od povrchu.*
5. *Střední železné jádro.*

Obaly 4 a 5 se jmenují společně barysféra.

Pokusíme se stručně o charakteristiku těchto obalů Země, jak nám ji podává geofysika na základě studia elektrických vln, jež pronikají do ohromných hloubek a zaznamenávají svými odrazy hranice jednotlivých geosfér.

Dnes známe třináct obalů, počínaje od nedostupného mezihvězdného prostoru, plného meteorů a molekul vodíku, helia a jednotlivých atomů sodíku, vápníku a dusíku.

Ve výši asi 200 km probíhá spodní hranice této vrstvy. Pod ní je stratosféra, kde se množství dusíku a kyslíku zvětšuje. Souvislý pás ozonu odděluje jednotlivé části stratosféry. Severní záře planou ve výši několika set kilometrů, svítící oblaka neznámých látek se pohybují ve výši 100 kilometrů.

Ve výši 10—15 km začíná druhá vrstva, zvaná troposféra. Je to vzdušný živel, na jaký jsme zvyklí: vzduch s dusíkem, kyslíkem, heliem a jinými vzácnými plyny, prosycený vodními parami a kysličníkem uhličitým.

Pak je to zona, tlustá průměrně pět kilometrů, která se jmenuje biosféra — oblast života, živé hmoty. Zaujímá i povrch i horní vrstvy zemské kůry.

Po ní následuje vodní vrstva — hydrosféra. Vodík, kyslík, chlor, sodík, hořčík, vápník a síra jsou prvky, jež určují její stavbu.

Pak je tu tvrdý obal, nejprve kůra zvětralín, o které jsme už dost slyšeli, s půdní pokrývkou, pak souvrství sedimentů — nánosů dávných moří: slíny, pískovce, vápence, uhelné vrstvy. Už ve hloubce 20—40 km se setkáváme s novou vrstvou, která se nazývá metamorfovaná.

Ještě hlouběji leží žuly, bohaté na kyslík, křemík, hliník, draslík, hořčík, vápník. Někde v hloubce 50—70 km nastupují na jejich místo čediče s hořčíkem, železem, titanem a fosforem na místě hliníku a draslíku.

Ostrý zlom nastává ve hloubce 1200 km, kde se tuhá hmota mění v jakousi taveninu; nová peridotitová či olivínová vrstva je tvořena kyslíkem, křemíkem, železem, hořčíkem a těžkými kovy: chromem, niklem a vanadem. Geofysikové označují hranice obalů. Někteří předpokládají, že až do hloubky 2450 km jde rudní obal s nakupením titanu, manganu a železa.

Ještě ostřejší skok pozorujeme v hloubce 2900 km, kde začíná konečně vlastní jádro, jehož vlastnosti jsou nám ještě neznámé, ale je pravděpodobné, že se skládá z železa a niklu s příměsí kobaltu, fosforu, uhlíku, chromu a síry.

Tak rýsují dnes geochemici a geofysikové stavbu naší Země, a jednotlivé obaly se charakterisují těmi prvky, jež v nich převládají. Každý má charakteristické teploty a tlaky.

V tomto složitém a namnoze ještě značně nepřesném obrazu je jedna oblast, která nejvíce vábí naši pozornost, oblast, v níž žijeme, odlišná od všech ostatních zvláštními vlastnostmi.

Říkáme, že ve výši 10 km začíná stratosféra. Co to znamená? Počíná tam oblast klidu, oblast, kam nezaletují bouřící molekuly a atomy Země; podobná oblast nám leží také pod nohama kdesi pod hranicí granitů, rozsáhlá vrstva s ustálenou chemickou rovnováhou, se zpomalenými procesy chemických reakcí. Mezi těmito dvěma geosférami klidu a pomalých, odvěkých procesů je vklíněno zvláštní pásmo o síle asi 100 km, pásmo chemického života, oblast chemických procesů zemského povrchu, oblast bouřlivých převratů, výkyvů tepelných a tlakových, oblast země-

třesení a sopečných výlevů, oblast rozpadu na jednom a zrodu na druhém místě, oblast ochlazení hlubinných tavenin, vřelých pramenů, rudných žil a konečně i oblast člověka, který provádí vrty a bojuje s přírodou i o přírodu, oblast osídlená miliony druhů organismů, oblast nových jedinečných sloučenin molekul, oblast života, boje, hledání nových procesů a přeměn.

Tuto oblast života nazývají geologové právem troposféra — oblast pohybu. Tato oblast žije svým složitým chemickým životem a procesy stavby a slučování prvků v ní určují všechny osudy naší Země v geologických obdobích naší planety.

Je to pásmo čistě zemských reakcí a je zajímavé to, že se nenalézal mezi oněmi tisíci a tisíci nebeských kamenů, úlomků kosmických těles, jež se dostaly vědcům Země do rukou, ani jediný, který by nepřipomínal tento bouřlivý pás života a smrti naší planety.

Tak se hromadí chemické představy o hlubinách naší Země v rukou lidstva, jehož fyzická existence je ohraničena slabou vrstvou několika kilometrů.

V pozvolné a vytrvalé práci lidského genia se rozhrnuje opona poznání světa. Ne neprávem jsme dali do počátku jedné kapitoly pozoruhodná slova Gercenova.

Jsme hluboce přesvědčeni, že se už otvírají hranice našeho poznání, že ony čínské zdi, jež nás oddělují od hlubin a nadoblačných výšek, padnou nejen úsilím odtazité myšlenky učenců, nýbrž i jejich technikou.

Vidíme, jak vlny našich velkých geofyzikálních stanic pronikají po naší vůli hlubiny Země, odrážejí se a přinášejí odpovědi o stavbě zemských obalů. Ohromné výbuchy, provedené v Uralu a na jihu SSSR, ukazují zcela nové stránky v představách o nich, a nové vrtací soupravy v nových, historických úspěších dosahují pohádkových rychlostí stovek metrů za směnu. Četné přesné přístroje, ohnivzdorné roury a tyče s nasazenými rydly z krajně tvrdých slitin, s diamantovými korunkami, se zakusují do tvrdého granitu a jsme jisti, že za nemnoho let budou moskevské

vrty dávnou minulostí a že člověk skutečně ovládne hlubiny Země nejen v krásných románech, nýbrž i v technice.

Není hranic pro poznání světa, není hranic vítězství lidského genia!

DĚJINY ATOMŮ V HISTORII ZEMĚ

Před více než sto lety uskutečnil Alexander Humboldt řadu cest do neznámých končin Ameriky a jeho mysl pronikla do hlubin vesmíru.

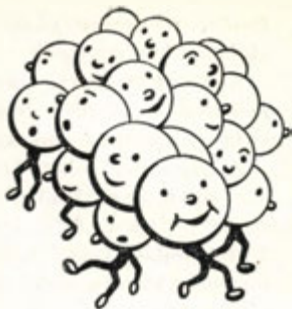
Napsal dílo, nazvané „Kosmos“. Slovo kosmos je vzato z řečtiny a vyjadřuje nejen souhrn světa, nýbrž i souhrn pořádku a krásy; v řečtině znamená toto slovo současně vesmír a lidskou krásu. (Známe to ostatně z denního života, kdy mluvíme o kosmických jevech a kosmetice.)

V Humboldtově výkladu jeví se kosmos jako souhrn různých fakt. Opíráje se o poznatky vědy XIX. století, snažil se Humboldt objasnit tento pořádek jednotou přírodních zákonů, chtěl v obraze skutečnosti vidět něco většího než jen jeden z okamžiků složitého procesu vývoje světa. To se mu však nezdařilo. Svět se v jeho představách stále rozpadal na samostatné přírodní říše. Každá z nich měla své zvláštní představitele a nebylo mezi nimi žádné souvislosti.

Staré třídění rozbíjelo celý svět na oddělené přihrádky s nepřekročitelnými hranicemi, jež oddělovaly říši nerostnou od rostlinné a živočišné.

Staré názory XVII. a XVIII. století byly ještě živé, celý svět se zdál být pevně vybudován boží vůlí z ohromného množství nesouvislých celků. Třebaže se Alexander Humboldt snažil ukázat, že jsou tyto přírodní jevy na sobě závislé, nedařilo se mu to, protože nebylo jednotek, jež by bylo možno postavit do základu vzájemných vztahů přírody kolem nás.

Ukázalo se, že takovými jednotkami jsou atomy a tak je dnes obraz kosmu postaven na docela jiných základech. Neodvratné zákony fyziky a chemie vládnu tam, kde se rodí svět v složitě a dlouhé historii putování jednotlivých atomů přírody. Viděli jsme už, že v centru kosmických těles jsou volná jádra atomů, zbarvená elektronů, viděli jsme, jak se postupně tvoří složitě klubko prvku s elektrony, vířícími kol centra jako planety.



Viděli jsme také, jak se v pustém světě chladnoucích hvězd rodí molekuly, chemické sloučeniny. Vznikají složitější a složitější stavby — ionty, atomy, molekuly tvoří celé krystaly, tyto nové podivuhodné jednotky světa, jednotky vyššího řádu, matematicky přesné a fyzicky překrásné krystaly. Může tu být příkladem průzračný, čistý krystal křemene, nazývaný starými Řeky „krystallos“ — to je zkamenělý led.

Viděli jsme, jak na zemském povrchu rostou a znovu se rozpadají překrásné stavby krystalů a jak se z jejich částecek tvoří nový mechanický systém, svět koloidů, drobných shluků atomů a molekul. V tomto prostředí se vyskytuje jako stálý nový typ ze složitých a velkých molekul, jež obsahují uhlík, typ, jemuž říkáme živá buňka.

Nové zákony evoluce živé hmoty splétají atomy stále více a více na jejich složitě historické pouti a tvoří složitě komplexy, micely — drobné celky, sotva viditelné v ultramikroskopu, zpola živočichy, zpola rostliny, zpola koloidy, jež nyní nazýváme virusy — a konečně také první jednobuněčné organismy, jež už dobře vidíme v mikroskopu jako bakterie a nálevníky.

Těmito etapami historie procházejí atomy rozmanitých prvků ve světě kolem nás, a mohli bychom sestavit pro každý historii

života, počínající okamžikem ochlazení prvního zemského klubka a končící jejich putováním v živé buňce.

Kdysi ve světovém chaosu vzniklo klubko atomů ohromných rozměrů — světové těleso, hvězda, budoucí slunce. Vysílá elektromagnetické vlny, systém se ochlazuje.

Známe složení tohoto klubka. Skvělé práce geochemiků dneška nám říkají, že se skládá téměř všude, v celém vesmíru, přibližně ze 40 % železa, 30 % kyslíku, 15 % křemíku, 10 % hořčíku, 2—3 % niklu, vápníku, síry a hliníku. K nim se druží prvky v menším kvantu: sodík, kobalt, chrom, draslík, fosfor, mangan, uhlík a jiné.

Z tohoto soupisu vidíme, že vesmír je budován nejpevnějšími, nejstabilnějšími atomy, jež byly vybudovány podle oněch zákonů, o nichž jsme již hovořili.

Je to klubko spletené z 92 typů atomů; s některými z nich se setkáváme v ohromných množstvích, s jinými jen v miliardních procenta.

Při dalším ochlazení tvoří volné atomy nejdříve plyny, pak i kapaliny, a slévajíce se do žhavých, tekutých kapek, podrobují se stejným dějům jako roztavená ruda ve vysoké peci.

Rozluštění stavby naší planety podali ne theoretici, ne geofysikové, ale metalurgové, lidé, kteří přivykli tavit kov, kteří se na žhavých proudech rozplavených strusek naučili chápat osud atomů v pekle vysoké peci. Zákony fyziky a chemie nutí tam atomy odpoutat se druh od druhu a základní tavenina se rozpadá na jednotlivé složky. Prvky se přitom vrství v určitém pořadí. Lehké, pohyblivé se hromadí na povrchu a těžké v centru.

Tak vzniká kovové jádro. Kolem něho se vytvoří často obal kovových siřníků, a konečně ještě výše můžeme pozorovat kůru sloučenin křemíku jako strusku. Geofysici tvrdí, že všechny obaly či geosféry, z nichž je složena Země, odpovídají jednotlivým vrstvám, produktům tavby ve vysoké peci.

V největší hloubce, pravděpodobně v 2900 kilometrech, je železné jádro. Jsou v něm seskupeny stejné kovy, jaké jsou i ve

vysoké peci pohromadě se železem, hlavně jeho nejbližší druhi a příbuzní — nikl a kobalt.

Jsou tu ještě vzácné kovy, jež geochemici nazývají siderofilní, t. j. železomilné, podle termínu alchymistů. Patří k nim platina, molybdén, tantal, fosfor a síra, které jsou nesporně příbuzné se železem. Tak se nám rýsuje složení nejhlubší části naší Země.

Nad jádrem probíhá pravděpodobně v hloubce 1200—1300 km druhá zona, o jejíž chemismus bylo mnoho sporů. Je to nepochybně ona zona, již dobře známe při výrobě mědi či niklu ze sirných rud v závodech barevných kovů. Je to zona kovových sirníků a právem se někdy tato vrstva o 1500 km jmenuje rudnou. Kupí se v ní sirníky mědi, zinku, olova, cínu, antimonu, arsenu a vismutu. Velká část jich se stává součástí sirných hornin povrchových vrstev zemské kůry.

Pak je vrstva strusky či vrstva kysličníků. I ta se dělí na jednotlivé zony; v hlubinách jsou horniny, bohaté na křemík, hořčík a železo. Je to zona, kterou jsme začali tušit už tehdy, kdy byly prostudovány bohaté diamantové sopouchy v Jižní Africe, naplněné nejtěžšími a nejpevnějšími nerosty, vzniklými krystalisací hlubinných tavenin a vyneseny na povrch.

Nad ní, ve hloubce asi 1000 km, začíná ona křemenná struska, na které plyne náš život. Představujeme si ji jako dosti složitou soustavu rozmanitých hornin a nerostů, třebaže ji známe jen do hloubky asi 20 km.

Její složení se pronikavě liší od složení ostatní Země a lze ji vyjádřit asi těmito čísly: kyslíku patří polovina, křemíku je zhruba 25 %, hliníku 7 %, železa 4 %, vápníku 3 %, sodíku, draslíku a hořčíku po 2 %, pak následuje vodík, titan, chlor, fluor, mangan, síra a téměř všechny ostatní prvky včetně čísla 92. Víme už, že tato čísla jsou výsledkem tisíců výpočtů a rozborů. Na každém kroku se přesvědčujeme, že naše pevná zemská kůra je nestejná, že rozvrstvení atomů je neobyčejně složité a že je velmi těžké, představit si dost jasně obraz stavby zemské kůry, jež je tvořena tu růžovým třpytným granitem, tam těžkým,

temným čedičem, tady z bílých vápenců, pískovců a opuk. Víme, že v těchto pestrých a spletitých základních horninách jsou chaoticky rozptýleny sirníky kovů, soli a užitékové rudy. Je možno vůbec najít nějaké zákony rozložení atomů v tomto složitém obraze, nebo je to pestrý koberec, v jehož tkanivu není možno odhalit nějakou zákonitost?

Práce geochemiků ukázaly v posledních letech, že v tomto zdánlivém světě náhod existují zvláštní přesné a neúprosné zákony. Tyto zákony nejen oddělily z živého ohnivého klubka atomů křemitou strusku — zemskou kůru, rozdělily v ní také jednotlivé atomy v přísném pořádku podle povahy každého jednotlivého prvku.

Představme si, že je roztavená masa a struska podobná oněm ve vysoké peci a že začíná stydnout. Jednotlivé nerosty krystalují jeden po druhém. První se oddělují nejtěžší látky a klesají ke dnu, lehčí, plynné a těkavé se derou vzhůru.

Tak klesaly v tavenině čediče nerosty bohaté na železo a hořčík, nacházíme v nich sloučeniny chromu, niklu, jsou tu zdroje drahokamů, diamantů a drahých platinových rud. Nahoru se draly ostatní látky a z nich vznikly horniny žulové. Vytvořily jakýsi škraloup na chladnoucí masě a staly se tak základem našich pevnin, jež plavou na těžkém čedičovém podkladě, který vystýlá dno ohromných oceánů.

Strohé zákony fyzikální chemie řídily toto nové roztržení atomů ve světovém prostoru; v okamžiku, kdy se začalo v geochemii používat zákonů fyzikální chemie, rozzářil se v přírodě plamen nových idejí. Byly jí stejným popudem, jakým byla vývojová teorie pro biologické nauky.

Ochlazování žulových ohnisk pokračuje velmi složitě; odpoutávají se přehřáté páry a těkavé plyny, pronikají okolními horninami a tvoří horké vodní roztoky, jež známe jako minerální prameny. Žulové ohnisko je obklopeno těmito horoucími výdechy jako svatozáří; plyny a páry o různém obsahu těkavých látek derou se podél trhlin a zlomů chladnoucích žulových hornin, proudí jako

žhoucí podzemní řeky, jež postupně chladnou a tvoří na stěnách krystalické kůry nerostů, a vystupují na povrch jako chladné prameny.

V této aureole chladnoucí žuly nacházíme především zbytek tavenin — jsou to ony znamenité pegmatitové žíly, obsahující těžké atomy radioaktivních rud. Nesou s sebou drahokamy: jiskřící krystaly beryllu a topasu poukazují na sloučeniny cínu, wolframu, zirkonia a vzácných kovů.

Ve složitém procesu dalšího rozvrstvení táhnou se dále žíly křemene s cínovcem a wolframitem, ještě dále se větví křemenné žíly se zlatem, pak začínají ložiska zinku, olova a stříbra, tvořící polymetalické žíly. Daleko od roztaveného ohniska, několik kilometrů od žhavých hlubinných žulových tavenin, nacházíme sloučeniny antimonu, rudé krystalky siřníku rtuťnatého — rumělky, ohnivě žluté nebo červené sloučeniny arsenu.

Tyto rudné masy jsou roztrženy podle těchže zákonů fyzikální chemie. Tvoří jakési kruhy okolo roztavených masivů, a chladnou-li v hlubokých puklinách zemských, tvoří atomy dlouhé řady, v nichž následují jeden za druhým naprosto zákonitě. Na zemském povrchu se nám pak ukazují velkolepé obrazy těchto rudných pásem. Jedno se táhne oběma americkými pevninami, počínajíc kdesi na severu Kalifornie, a obsahuje olovo, zinek a stříbro. Druhé protíná podél poledníku celou Afriku, třetí se táhne v jakýchsi guirlandách skal horstvy Asie, tvoříc pásma bohaté na rudy i drahé kameny.

Zdánlivě nepochopitelný, chaotický obraz rozhozených bodů rudných nalezišť mění se nyní v obraz rozložení atomů se zřejmou zákonitostí. I největší praktické úkoly řeší se podle této nové myšlenky základních zákonů rozložení atomů v zemské kůře v závislosti na jejich vlastnostech a chování.

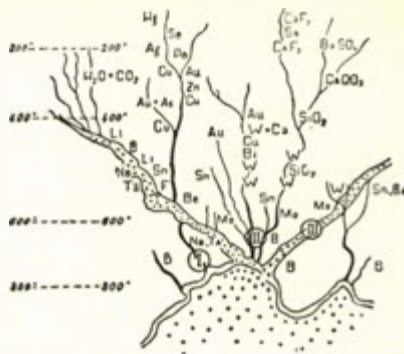
Místo starých pozorování středověkých kovkopů a starých zkušeností, získaných při dobývání rud, nastupují tu skutečné zákony, o nichž tak snil už v XVI. století Agricola, mluvě o tajné náklonnosti jednotlivých kovů.

Mluvil o nich i výtečný ruský vědec M. V. Lomonosov, když před 200 lety vyzval chemiky a metalurgy, aby se spojili a hledali příčiny společného výskytu rud, aby hledali odpověď na otázku, proč nacházíme spolu zinek a olovo, proč tak často sleduje kobalt stříbro, proč se nikl a kobalt vyskytuje popolu s oním podivným prvkem uranem?

Co nutí atomy vrstvit se tak zákonitě v okolních žulových horninách? Vystupují tu nové síly na zápasné místo přírodních pochodů. Jestliže byly tam v hlubinách, kdy se roztavená země dělila na jádro a strusku, základní zákony rozvrstvení dány vlastnostmi samotných atomů, vystřídaly je tu zákony nové.

Atomy a jejich části se začaly společně slučovat, tvoříce nejen soustavy volných nahromaděných atomů a molekul, jimž říkáme roztok či sklo, nýbrž i stavby, jež nenajdeme v hlubinách Země a jež se vyskytují ve světovém prostoru jen tam, kde chlad mezihvězdného prostoru ochlazuje bouřlivě pohyblivé atomy na teplotu pod 2000° .

Tato znamenitá harmonická stavba, podmiňující stavbu celého našeho světa, je krystal. Řekli jsme již, že jeden krychlový centimetr krystalu vznikne ze 40.000 trilionů atomů, jež jsou rozloženy v určitých bodech prostoru a v určitých vzdálenostech jeden od druhého, tvoříce jakési mřížky a sítky. Z krystalů je vybudován celý svrchní obal zemské kůry a převážná většina světa kolem nás.



Vývoj žulových masivů. Prvky uvolňující se při ochlazení žuly.

Krystal a jeho zákonitost určuje rozložení prvků, které se mohou často vystřídat vzájemně v těchto stavbách, je tu možnost pro některé putovat uvnitř krystalu, jiné jsou vázány spolu mocnými elektrickými silami báječné mohutnosti, a podmiňují tak tvrdost krystalu, jeho mechanickou únosnost, jeho schopnost bránit se všem nepřátelským silám vesmíru.

V hlubinách kosmických těles je zmatený chaos atomů, molekul, jakýchsi zlomků krystalů; tady na Zemi už takový chaos není, je tu nekonečná řada bodů a mřížek, rozložených tak pravidelně jako parkety na podlaze, jako lampy ve velkém sále. Atomy v krystalech mají jakousi podivuhodnou formu přírodní rovnováhy.

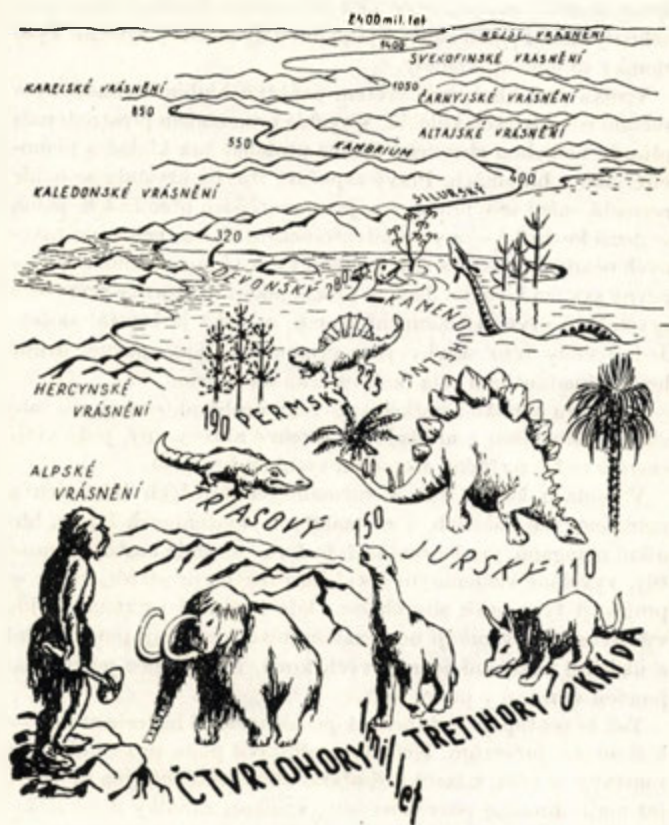
Došli jsme až na zemský povrch. Zemské hlubiny tu přestávají mít vliv na život atomů a postupují svůj vliv slunci a záření vesmíru. Ty přinášejí nové formy energie na povrch Země a atom začíná znovu migrovat, podrobuje se zákonům fyzikální chemie a chemie krystalů.

Před půl stoletím rozvíjel na Leningradské universitě ve svých skvělých přednáškách V. V. Dokučajev své myšlenky o zákonitostech vzniku půd na povrchu Země. Rozdělil Zemi na oblasti podle jednotlivých klimát, objasnil, že množství atomů tvořilo historii každé látky v jednotlivých oblastech zároveň se slunečním zářením, klimatem, rostlinstvem a živočištvem. Půdní pokrývka ožívala v jeho generalisacích jako nový, samostatný svět atomů. Zákonitostí tohoto světa dokazoval Dokučajev nejen plodnost přírody, nýbrž i lidský život.

Právě tady, na onom tenkém obalu zemského povrchu je chování atomů neobyčejně složité. Prostá a jasná schemata klidného růstu krystalů v hlubinách tu již nedostačují.

Složitý zeměpisný obraz krajiny si podrobil samotné atomy, časté změny počasí, ročních období, dne a noci, životních procesů — vše to počalo vtiskovat své stopy, požadovat nové formy rovnováhy a nové podmínky stability.

V hlubinách světa je klid, klidný růst prostorového rozdělení



*Dráha času. Zobrazen vývoj organického života a horotvorná údobí dějin Země.
Podle kresby E. S. Chmelevské.*

krystalů; na povrchu je bouřlivá říše nestálých, protichůdných vlivů, boj sil, tepelné změny, vláda ničivých pochodů. Místo dosavadních přesných krystalických staveb dosahují tu převážného významu jejich zlomky jako nový dynamický systém. Tyto zlomky se jmenují koloidy.

Vzniká protiklad mezi světem pořádku hlubin a chaotickým světem rosolovitých koloidů. V rychle proměnném prostředí naší přírody nemohou chemické reakce probíhat tak klidně a plánovitě jako v hlubinách. Právě započatá stavba krystalu se náhle rozpadá, mění se v novou v nejrozmanitějších přeměnách, jedna se druží ke druhé — a v architektonickém chaosu celků, postavených někdy ze stovek a tisíců atomů vyrůstá nová forma látky — pevný systém koloidů. Jsou to prostě jakési fragmenty prvotních krystalů v prvním seskupení atomů, z nichž je krystal složen. Jedny cihly této stavby jsou připoutány dosti pevně, druhé hrozí odpadnutím a celá budova čeká na směnu.

Soustavu nerostů zemského povrchu necharakterisuje jen tato síla rozpadu, jsou v ní utajeny ohromné aktivní síly, ještě větší energie než v mrtvém, stabilním systému krystalů.

V půdách kolem nás, v rozmanitých hnědých železných a manganových náletech, v rozmanitých sloučeninách železa, hliníku, manganu, ve sloučeninách fosforu — všude nastupují nové síly, vyvolané vzájemným dotykem různých prostředí, všude se projevují tyto nové síly chaosu, kde současně se zánikem jde výstavba, kde vznikají nové zákonitosti, jež určují povahu půd a ulehčují putování jednotlivých kovů, umožňující jejich vzájemnou výměnu v půdní vrstvě.

Tak se postupně dostaneme k poslední etapě historie atomu — k životním procesům. Koloid už připravil půdu pro vznik nové soustavy; v něm, v tomto složitém řetěze usměrněných molekul, jež mají ohromné povrchové síly, vznikají zárodky nové látky. Je to živá buňka. Taková je cesta složitosti naší soustavy.

V samostatné a pružné soustavě, kde jsou atomy tu vázané, tu volné, se zrodil život jako přírodní rozvinutí oněch vlastností,

jež jsou v nich, jako logické dovršení stále složitějších soustav atomů. Život pokračoval po složitých cestách evoluce v oněch obrazech, jež jsme načrtli výše. Poslušen nového způsobu seskupení počal stavět složité stavby atomů, počínaje jednobuněčným organismem a konče člověkem a ovládl celý zemský povrch.

Nic nemůžeme vyrvat z prostředí, které nás obklopuje. Život se slil s mrtvou přírodou, vzduchem i vodou v jediný celek, obklopuje nás jako řada mnohých fází zeměpisného obrazu krajiny. Je to její vyšší forma, složená v základě podle nových zákonů vývoje a rozvoje organismů. Vznikl myslící člověk, který dovede svým důvtipem nalézt ony mohutné zákony energie, jež jsou skryty v této nové, ještě nestálější a mohutnější tvůrčí soustavě.

Z historie pouti atomu vidíme, jak se postupně zaplétal jeho osud. Nejprve tu byl jen volný proton elektricky nabitý, pak se mu podařilo se spojit. Spektrální analýza nám ukazuje ve světě vysokých teplot rozvoj soustav dvou a nanejvýš tří částic.

Pak začala cesta ke složitosti. Postupným chladnutím soustavy dostal atom svůj elektronový obal. Tyto atomy v pevné geometrické formě se sloučily v chemické sloučeniny.

Krystal byl jedním z výrazů těchto zákonů, formou nejvyššího pořádku, nejvyšší harmonie, nejmenších zásob energie — a proto nejneživotnější, zbavené stavbou svobodné síly. Ale tady právě začalo osvobození, vznikl koloidní systém atomů, molekul.

Vznikla živá buňka; ze stovek a tisíců jednotlivých atomů vznikaly mohutné molekuly. Objevily se bílkoviny jako vyšší forma dosud neprobádané chemické soustavy a ty vytvořily všeku rozmanitost, všeku složitost i tajemství organického světa kolem nás.

V dějinách naší přírody hledá atom stále nové formy. Nemůžeme ještě říci, zda jsou snad ještě nějaké nové, jiné formy rovnováhy, jež by byly stabilnější než krystal, či aktivnější nabitých energií než živá látka. Všecky naše představy o přírodě kolem nás narážejí na neúplnost našeho poznání nových cest atomů. Nikdo se neodvážá říci, že jsme již vystihli všechny cesty jeho putování,

že už jsou v rukou člověka mohutné síly, jimiž by dokázal rozvinout klubko atomu.

ATOMY VE VZDUŠNÉM ŽIVLU

Co je vzduch? Jak malou představu máme o vzduchu, jak málo se vůbec zajímáme o tuto otázku. Zvykli jsme už na to, že nás obklopuje a začínáme si ho vážit stejně jako zdraví až tehdy, kdy jej ztrácíme, když se dostáváme do situace, kdy je vzduchu nedostatek.

Víme, jak se těžko dýchá ve velkých výškách, jak se u někoho jeví už ve výši tří kilometrů horská nemoc, víme, že letci trpí, vznášejí-li se ve svých letadlech nad pět kilometrů výšky, ve výšce osmi až deseti kilometrů se už vzduchu nedostává a musí se dýchat pomocí kyslíkových bomb.

Víme, jak je to těžké spustit se do hlubokých šachet, jak dlouho hučí v uších, než si ve hloubce 1500 m zvykneme na nový tlak vzduchu.

Vzduch je jedním z nejzajímavějších problémů nejen pro vědu, nýbrž i pro chemický průmysl.

Člověk nemohl dlouho pochopit, co vzduch vlastně je. Po celá staletí převládalo v prvotní chemii přesvědčení, že vzduch je tvořen zvláštním plynem, flogistonem, a že se při hoření každé látky uvolňuje flogiston a zaplňuje jako zvláštní jemná látka celý svět.

Dík objevu francouzského chemika Lavoisiera se pak vyjasnilo, že vzduch je tvořen hlavně dvěma látkami — jednou životodárnou, která byla nazvána kyslík, druhou, jež dusila plamen a byla proto nazvána dusík.

V roce 1894 došlo k nečekanému objevu, že je obsah vzduchu daleko složitější, že dusík je sdružen ještě s celou řadou těžších prvků, které tu mají důležitou úlohu.

Dnes podávají fysikové složení vzduchu asi takto:

	váhových %		váhových %
Dusík	75,7	Neon	0,00125
Kyslík	23,01	Helium	0,00007
Argon	1,28	Krypton	0,0003
Kysličník uhličitý	0,03	Xenon	0,00004
Vodík	0,03	Nestálé množství vodních par.	

Toto složení je však význačné jen pro spodní vrstvy ovzduší. Nad dvacet kilometrů se množství plynů začíná měnit. Množství těžkých plynů ubývá, lehkých se zvětšuje. Roste podíl vodíku a helia — a tam někde vysoko, kde září meteory a kde polární záře rozsvěcuje rozptýlené částičky vsudypřítomné hmoty, tam převládají, jak se zdá, lehké plyny.

Teď už známe složení vzdušného oceánu natolik, že žádná kapička, rozptýlená v jeho krychlovém metru, neujde pozornosti chemiků.

Ukazuje se, že plynný oceán, který nás obklopuje, není jen základem našeho života, nýbrž i základem nového velkolepého průmyslu.

Angličané vypočítali v posledních letech, že všechno obyvatelstvo Anglie a Skotska pohltí za 24 hodin asi 20 milionů krychlových metrů kyslíku ze vzduchu, zatím co zvláštní zařízení vyrobí za týž čas zhruba 1 milion kubických metrů tohoto plynu pro potřeby průmyslu.

Současně spaluje průmysl uhlí a naftu, konsumuje kyslík a vrací do ovzduší ohromné množství uhlíku. Týž proces je v živých organismech. Každý člověk vydýchá denně asi tři litry kysličníku uhličitého.

Abychom pochopili význam tohoto čísla, stačí ukázat, že velký blahovičník, Eucalyptus, rozloží za den asi třetinu onoho množství kysličníku uhličitého, jaké za stejnou dobu vydýchá člověk. Tři vzrostlé eukalypty rozloží tolik kysličníku uhličitého, kolik vydýchá jeden člověk — a tak se udržuje rovnováha v ovzduší.

Vidíme, jak velký je význam rostlinného života, který nás obklopuje a který tak bezcitně ničíme ve městech. Rostliny jsou jedinečným zřídlem kyslíku, pohlcovaného člověkem. A při tom se začíná užívat kyslíku ve stále větším a větším množství.

V roce 1885 položily továrničky na výrobu baryumperoxydu základ k využití vzdušného kyslíku. Nyní je vzdušný kyslík součástí celé řady chemických výrob, v metalurgii se do vysokých pecí vhání místo vzduchu kyslík, kyslík je v četných chemických výroбах nepostradatelným oxydačním činitelem.

Rok od roku rostou nové přístroje, dobývající z tekutého vzduchu kyslík z ovzduší. A zároveň s kyslíkem začíná člověk využívat i některých jiných plynů.

Ještě nedávno neměl argon, tvořící 1% vzduchu, žádný význam v průmyslu. Dnes se složitým aparátem dobývá ročně asi 1 milion krychlových metrů tohoto velmi vzácného plynu.

Mnoho lidí neví, že se každým rokem naplní asi miliarda žárovek tímto plynem. V zářivých reklamách velkých měst se zužítuje ve zvláštních žárovkách stále více vzácný plyn atmosféry — neon. Je ho velmi málo ve vzdušném oceáně — jedna jeho část připadne na 55.000 částic vzduchu. A přece se rok od roku neonový průmysl rozvíjí.

Ze vzduchu se začíná dobývat i helium. Toho je ještě méně než neonu, ale přece se nad každým čtverečním kilometrem země vznáší na 20 tun „slunečního plynu“. Helium se dobývá ze vzduchu, ale hlavně z podzemních plyných zdrojů, a značně se upotřebí pro plnění vzducholodí; v chladírenské technice pomocí helia dosáhneme nejnižších teplot na světě. Někde se upotřebí také v kesonových pracích pod vodou, kdy lidská krev zachycuje vzdušný dusík a dochází k otravám. Aby se tomu zabránilo, zaměňuje se vzduch za směs kyslíku a helia.

Avšak i nejjzácnější z plynů, krypton a xenon, se začínají užívat v průmyslu. Kryptonu je ve vzduchu méně než tisíciná procenta. A při tom by bylo velmi důležité, mít jej ve větších množstvích; zvýšila by se jím o 10% a xenonem o 20% jasnost

žárovek, takže by se spotřeba elektrické energie snížila o 10—20 %. Nejdůležitější surovinou vzduchu je však dusík. V roce 1830 byl proveden první pokus, použít dusíkatých sloučenin na hnojení polí.

O vzdušném dusíku tenkrát nikdo nepřemýšlel, dokonce ani ledek, přivážený na lodích z Chile, nenašel vždycky upotřebení na chudých polích západní Evropy.

Chemická hnojiva potřebovala však stále větší a větší zdroje oněch tří životodárných látek, na nichž je vybudován chemismus rostlin: fosforu, draslíku a dusíku. Poptávka po dusíku se tak zvýšila, že fysik Crookes v r. 1898 mluvil už o hladu po dusíku a radil hledat nové metody na těžení dusíku ze vzduchu.

Uplynulo několik let. Chemici se naučili měnit elektrickými výboji vzdušný dusík ve čpavek, kyselinu dusičnou a kyanamid. V době imperialistické války stal se dusík, potřebný pro výrobu výbušnin, předmětem mnoha výzkumů.

Dnes pracuje v celém světě přes 150 dusíkových závodů, které dobývají ročně ze vzduchu 4,000.000 tun dusíku. Avšak i toto číslo se zdá nepatrné před ohromnou zásobou tohoto plynu, který tvoří zhruba 81,1 % objemu vzduchu.

Stačí uvést, že všechna zařízení na těžbu dusíku vytěží ročně zhruba tolik dusíku, kolik ho je v ovzduší nad polovinou čtverečního kilometru zemského povrchu.

Tak se tu rýsují nové průmyslové cesty využití vzduchu. Průmysl začíná stále intenzivněji využívat všech složek vzdušného oceánu. Ovzduší se mění ve velkolepý zdroj nerostných surovin, jichž zásoby jsou prakticky nevyčerpatelné. Dosud však nejsou ještě ani zdaleka nalezeny všechny cesty na jejich využití. Postup, jímž člověk odděluje součásti vzduchu, je dosud značně nedokonalý. K dobývání dusíku je třeba velkých tlaků a velkého množství energie. Po oddělení vzácných plynů a získání kyslíku se musíme utíkat k nákladným zařízením, abychom vzduch zkapalnili, při čemž se oddělí jednotlivé plyny. V tomto postupu byly udělány v Sovětském svazu v posledních letech velké objevy.

V ústavu fyzikálních problémů Akademie věd byly postaveny nové stroje, které dokážou ve velkých množstvích a důkladně rozložit vzduch na jednotlivé složky.

Představujeme si už malé přístroje, postavené v každé místnosti. Zavedeme do nich elektrický proud, roztočí se turbinové zařízení, otevřeme kohoutek, na němž je napsáno „kyslík“ — a místo vzduchu poteče z něho modravá tekutina, ochlazená na — 200°. Otevřeme druhý kohoutek a z něho bude po kapičkách vytékat zkapalněný vzácný plyn krypton či xenon, a kdesi na dně bude se usazovat jako popel v kamnech tuhý kysličník uhličitý, který půjde do zvláštního lisu, abychom dostali onen pevný „suchý led“, který se upotřebí při výrobě zmrzliny či k ochlazování ledniček.

Možná, že jsem se v tomto obrázku příliš rozběhl dopředu. Nemáme ještě takové strojíky, jež bychom mohli připevnit k vypínači, ale jsem přesvědčen, že už není daleko chvíle, kdy dokážeme využít bohatství vzduchu kolem nás podle libosti, a velkolepý světový průmysl bude postaven na nevyčerpatelných bohatstvích dusíku a kyslíku, dvou prvků, důležitých pro život na Zemi.

Tím bychom mohli své vyprávění skončit, ale nemyslím, že by bylo ani zdaleka úplné. Neřekli jsme nic o použití vzdušného kysličníku uhličitého, o možnosti využití všech plynů, unikajících při hoření uhlí a dřeva a při žíhání vápenců. Odborníci už vyčíslují ona ohromná množství kysličníku uhličitého, který uchází jako odpad do vzduchu. Chtěli by jej využít k výrobě suchého ledu, chtějí těžit z oněch tří setin procenta kysličníku uhličitého v ovzduší.

Fysikové jdou ještě dále: říkají, že se náš vzduch skládá nejen z desítky plynů, o nichž jsme už hovořili, obsahuje také množství plynů ještě vzácnějších, ještě rozptýlenějších, obsažených v miliontinách a miliardinách procenta, plynů radioaktivních. Mluví se o radiové emanaci a o různých těkavých plynných zplodinách rozpadu lehkých kovů. Tyto plyny nežijí dlouho v atmo-

sféře, jejich život se měří na dny, někdy i na vteřiny, u jiných i na miliontiny vteřiny. Vzduch je prosycen těmito zplodinami rozpadu atomových jader světa. Kosmické paprsky působí na každém kroku rozpad atomu a vznik nestálých plynů, které musejí znovu zmizet a přejít v pevnější formu tuhé látky.

Vzdušný oceán je celý proniknut paprsky světových chemických reakcí. V rozptýlených atomech hmoty probíhají složité pochody, které jsou nám dosud málo pochopitelné, stále a spleťtité přemísťování a elektrické výboje, jež probíhají ve vzdušném oceánu kolem nás.

Rozluštit tyto záhady značí udělat ještě jeden krok na cestě podřizování přírody našemu užitku.



ATOMY VE VODĚ

Vody řek a oceánů, vody spodní a vody pramenů tvoří souvislý vodní obal Země, hydrosféru. Nad velkými prostorami oceánů probíhá vlivem tepla nepřetržité odpařování vody. V ovzduší se voda sráží a padá v podobě deště, sněhu, krup na Zemi. Rozrušuje půdu, leptá ji, působí větrání hornin, rozpouští spousty látek, jež nese zase do moří a oceánů.

Tak probíhá voda mnohomilionkrát v koloběhu: oceán—ovzduší—Země—oceán. Po každé vyplavuje z půdy nová a nová množství rozpustných látek.

Počítám, že každým rokem odnášejí všechny řeky světa do oceánu asi 3 miliardy tun rozpuštěných látek. Kromě toho roz-

ruší a odnesou vody celé Země za sto tisíc let vrstvu asi metr silnou.

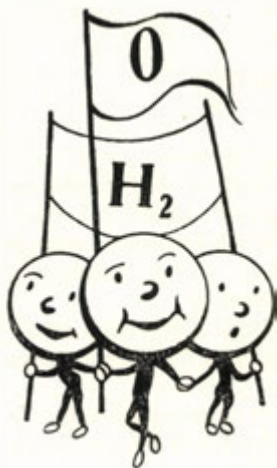
Práce vody na zemském povrchu je velkolepá. Voda či H_2O je jednou z nejrozšířenějších látek na Zemi. Ve světovém oceánu je 1,37 miliardy krychlových kilometrů vody.

Význam vody v dějinách Země a v geochemii je ohromný. Proto měla kdysi geologie hypotézu o tom, že všechny horniny na Zemi vznikly z vody.

Zastánci této domněnky, neptunisti, nazvaní podle mytického boha vod, Neptuna, přeli se s plutonisty, kteří dokazovali, že původ všech hornin na zemi je sopečný, že vyvřely na povrch z podzemního království Plutonova. Dnes ovšem víme, že obě tyto složky — vody i vulkanické síly — měly účast na vzniku hornin naší Země.

V přírodě není prakticky vody, jež by byla bez nějakých příměsí, rozpuštěných látek či solí. V přírodě se nevyskytuje destilovaná voda. I dešťová voda obsahuje kyslíčník uhličitý, stopy kyseliny dusičné, jodu, chloru a jiných sloučenin.

Získat chemicky čistou vodu je velmi těžké, téměř nemožné. Plyny vzduchu, stěny nádoby, v níž bude voda uložena, budou se rozpouštět ve vodě, v malém množství sice, ale přece budou. Tak na př. stříbro nádoby, v níž je voda, přechází do roztoku v množství asi jedné miliardiny. I stříbro čajové lžičky se rozpouští v nepatrném množství ve vodě. Chemik jen ztěží zjistit tyto stopy. Ale některé organismy, na př. řasy, v nich hynou — tak jsou citlivé na stopy stříbra a některých jiných atomů ve vodě.



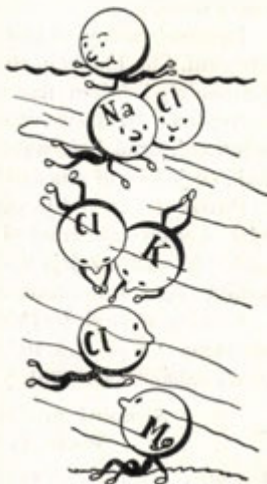
Voda, tekoucí v přírodě po neobyčejně různorodém materiálu, rozmanitých horninách, píscích, hlínách, vápencích, žulách atd., z nich rozpouští různé sloučeniny. Odborníci dovedou povědět, jaké složení má říční voda již podle toho, jakým řečištěm teče.

Přesto, že jsou v přírodě velmi rozšířeny, jak už víme, aluminosilikáty, neobsahuje voda zpravidla mnoho hliníku a křemíku. Vyskytnou-li se, bývá to ve formě kalu, mechanické příměsi. Na druhé straně obsahují všechny vody řek i moří sodík, draslík a hořečik, vápník a jiné prvky. Jak je to možné?

Ukazuje se, že složení solí, rozpuštěných ve vodách, závisí na rozpustnosti těch či oněch solí ve vodě. Nejrozpuštěnější sloučeniny jsou i nejčastějšími součástmi přírodních vod. Řekli jsme již, že atomy sodíku, draslíku, vápníku, hořečku, chloru, bromu a některých jiných prvků tvoří hlavní součást solných zbytků přírodních vod. Vody, nasycené solemi, obsahují opět hlavně tyto lehce rozpustné sloučeniny atomů, vyplavených z hornin.

Oceán je tak shromaždištěm těchto rozpustných solí. Jež se v něm nakupily následkem neustálé cirkulace vody mezi pevninou a oceánem za celou dobu existence Země. Odborníci zjišťovali množství solí, rozpuštěných v oceánu, i kolik se jich přináší každoročně řekami, a tak chtěli vypočítat stáří oceánu, počet let, potřebných k tomu, aby měla voda v oceánu dnešní koncentraci solí. Čísla, která obdrželi, však nejsou zvláště spolehlivá.

Lehce rozpustné sloučeniny atomů tvoří základ slané části přírodních vod. Voda oceánu má 3,5 % solí a z nich je to z 80 % chlorid sodný, známý jako kuchyňská sůl. Každý



ví, jak se snadno rozpouští. Všecky ostatní rozpustné sloučeniny jsou v mořské vodě jen v nepatrném množství. V kterékoli vodě v přírodě mohou být nalezeny prakticky všechny chemické prvky, v mořích, řekách i podzemních pramenech. Citlivost analytických method musí však být zaručena.

Uvědomíme-li si, že existuje 92 prvků, snadno si představíme, jak rozmanité vody co do složení můžeme v přírodě nalézt. A odborníci skutečně popsali mnoho typů vod. Vody oceánu, ať už je to v kterémkoli místě, na povrchu, v hloubce, na širém moři — jeví neobyčejně stálé složení. Podíly všech prvků se opakují v přesných poměrech. Méně stálé, i když ještě dosti navzájem podobné, jsou vody řek. V jejich složení nacházíme stopy různých hornin a různých klimat, jimiž řeka protékala. Řeky severních šířek mají více železa a humusu, často jsou jimi zbarveny. Řeky středních šířek obsahují hlavně sodík, draslík, sulfáty, chlor. V teplejších šířkách, hlavně v bezodtokých oblastech, jsou řeky často slané.

Podobné změny ve složení vod najdeme i ve vertikálním rozvrstvení. Čím hlouběji, tím jsou vody bližší slaným vodám. Nejrozmanitější složení mají minerální vody, jež jsou často léčivé.

Najdeme tu vody vápnné, jodobromové, radiové, lithiové, železnaté, sirné, hořečnato-borové a jiné. Samotné názvy napovídají, co je hlavní součástí těchto vod.

Původ těchto vod je vázán na rozpouštění a leptání rozmanitých hornin podzemními vodami. Poutavá a velmi důležitá úloha je zjistit z jejich chemického složení celý postup jejich vzniku. Na tomto problému pracují geochemici a hydrochemici.

Vrátíme se ke složení vody oceánu. V tabulce, kterou uvádíme, znamená na př. $1,4 \cdot 10^{-1}\%$ prostě 0,14 %, hodnota $1,0 \cdot 10^{-14}$ značí 0,00000000000001 %, atd.

Složení mořské vody v procentech.

(Podle A. P. Vinogradova 1943.)

Kyslík	86,82	Chlor	1,89
Vodík	10,72	Sodík	1,056

Hořčík	$1,4 \cdot 10^{-1}$	Mangan	4 $\cdot 10^{-7}$
Síra	$8,8 \cdot 10^{-2}$	Scen	4 $\cdot 10^{-7}$
Vápník	$4,1 \cdot 10^{-2}$	Níkl	3 $\cdot 10^{-7}$
Draslík	$3,8 \cdot 10^{-2}$	Cín	3 $\cdot 10^{-7}$
Brom	$6,5 \cdot 10^{-3}$	Cesium	2 $\cdot 10^{-7}$
Uhlík	2 $\cdot 10^{-3}$	Uran	2 $\cdot 10^{-7}$
Strontium	$1,3 \cdot 10^{-3}$	Kobalt	1 $\cdot 10^{-7}$
Bor	$4,5 \cdot 10^{-4}$	Molybden	1 $\cdot 10^{-7}$
Fluor	1 $\cdot 10^{-4}$	Titan méně než	1 $\cdot 10^{-7}$
Křemík	5 $\cdot 10^{-5}$	Germanium	1 $\cdot 10^{-7}$
Rubidium	2 $\cdot 10^{-5}$	Vanad	5 $\cdot 10^{-8}$
Lithium	$1,5 \cdot 10^{-5}$	Gallium	5 $\cdot 10^{-8}$
Dusík	1 $\cdot 10^{-5}$	Thorium	4 $\cdot 10^{-8}$
Jod	5 $\cdot 10^{-6}$	Cer	3 $\cdot 10^{-8}$
Fosfor	5 $\cdot 10^{-6}$	Yttrium	3 $\cdot 10^{-8}$
Zinek	5 $\cdot 10^{-6}$	Lanthan	3 $\cdot 10^{-8}$
Baryum	5 $\cdot 10^{-6}$	Vismut	2 $\cdot 10^{-8}$
Železo	5 $\cdot 10^{-6}$	Skandium	4 $\cdot 10^{-9}$
Měď	2 $\cdot 10^{-6}$	Rtuť	3 $\cdot 10^{-9}$
Arsen	$1,5 \cdot 10^{-6}$	Stříbro	4 $\cdot 10^{-9}$
Hliník méně než	10^{-9}	Zlato	4 $\cdot 10^{-10}$
Olovo	5 $\cdot 10^{-7}$	Radium	1 $\cdot 10^{-14}$

Z tabulky vidíme, že prvních 15 prvků tvoří v mořské vodě 99,99 %, ostatních 33 dává celkem 0,01 %. Není to však přece tak docela málo. Jen zlata je v mořské vodě miliony tun.

Vědci se pokoušeli již mnohokrát vymyslet takovou továrnu, která by fyzikálně chemickými methodami dokázala dobývat lacino zlato z mořské vody. Dosud to však zůstalo jen přáním.

Pro mořskou vodu je význačná koncentrace bromu a jodu (ostatně i chloru), prvků, jež jsou velmi důležité pro člověka. Jod je pohlcován z mořské vody rostlinstvem a mořským živočichstvem. Z řas a chaluh dobývá člověk hlavní množství průmyslového jodu.

Když řasy hynou, přechází jod do mořského bahna. Mořské bahno a jíl se mění postupně v horninu. Při tom se uvolňuje voda, která v nich byla uvězněna, a tvoří vrstevnou vodu. Do těchto vrstevných vod vstupuje také jod. Při naftových vrtech se narazí často na takovéto vrstevné spodní vody, bohaté na jod a brom. Mořská voda je neomezeným reservoárem bromu, který se v poslední době začíná dobývat z mořské vody stejně jako hořčík.

Zvláště zajímavá je historie atomů vápníku ve vodách přírody.

Přírodní vody bývají často přesyceny ionty vápníku, a pak vypa-
dává na dno uhličitan vápenatý a tvoří vápence nebo křídly.
V historii vápence má velký význam kysličník uhličitý. Jeho nad-
bytek působí rozpouštění vápence, nedostatek pak srážení uhličí-
tanu vápenatého z roztoků.

Když si uvědomíme, že je kysličník uhličitý pohlcován zele-
nými rostlinami, ujasní se nám i jejich podíl na srážení vápníku
z vody.

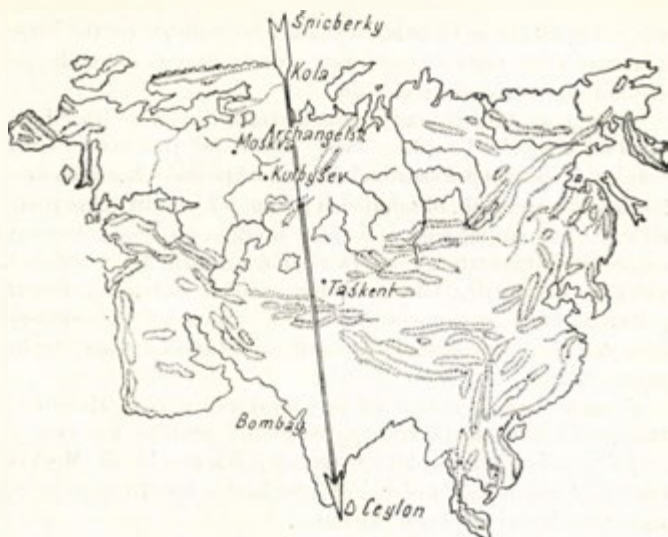
Celé ohromné ostrovy v teplých mořích, atoly, jsou vybudo-
vány z uhličitanu vápenatého, vysráženého činností mořských
řas a živočichů. Tím chceme jen ukázat, že na složení přírodních
vod mají značný vliv také organismy, žijící ve vodě. Bez obezná-
mení s vlivem „živé hmoty“ na složení vod ve vodních nádržích
bychom ani nedovedli porozumět všem procesům, jejichž výsled-
kem je dnešní složení řek, jezer, moří a oceánů.

ATOMY NA POVRCHU ZEMĚ OD ARKTIDY DO SUBTROPŮ

Jako chlapec jsem podnikl cestu z Moskvy do jižního Řecka,
a z dětských vzpomínek mi na celý život zůstal obraz proměny
barev podle toho, jak jsme se blížili k jihu.

Pamatuji se na šedivý, pochmurný den v Moskvě, šedou jedno-
tvárnou zemi, šedočervené a hnědé hlíny ruských hnědozemí.
Pak si vzpomínám na pestřejší barvy okolí Oděsy, prosvícené
jasnými paprsky jarního jižního slunce. Vzpomínám, jak se tyto
barvy změnily, když jsme přijeli do Bosporu: modř vody, kašta-
nově hnědé půdy vinic, nakonec vidím jako by to bylo dnes kraj
jižního Řecka — tmavozelené cypřiše, červené půdy, červené
propláستky kysličníků železa mezi bělostnými vápenci.

Vzpomínám, jak se mi hluboko vtiskl tento obraz proměny
barev do mysli, a jak usilovně jsem chtěl na otci, aby mi vysvětlil,



proč se barvy tak mění. Teprve po mnoha letech jsem pochopil, že se mi objevil před očima jeden z největších zákonů zemského povrchu, zákon oxydačních procesů, které probíhají různě v rozličných zemských šířkách.

Od té doby jsem hodně cestoval po Sovětském svazu, od nekončných tajožných lesů, rovin, tundry a Arktického oceánu do sněžných výšin Střechy světa — Pamiru, a viděl jsem znovu, v ještě větším měřítku, stopy těchto rozmanitých reakcí a různých osudů atomů na zemském povrchu od vysoké Arktidy do žhavých subtropů.

Podívejte se jen na mapku. Vypravíme se na cestu podle nakreslené šipky od Špicberk až na Ceylon v Indickém oceáně.

Kolem starého Svalbardu jsou napořád ledy. Mrtvá, ledová poušť. Žádné chemické reakce, horniny se téměř nerozpadají v hlíny či písky, mráz působí až do hloubky a vznikají velkolepé

ssutě. Jen zřídka se na ptačích skalách nahromadí zbytky organického života, vrstvy fosfátů jsou téměř jedinými minerály, jež vznikají uprostřed věčných ledů.

Stejně pomalu probíhají chemické reakce i o něco jižněji, na sovětské Kole či v Uralské polární oblasti. Jak jsou svěží všechny horniny Kolského poloostrova! Jen jemné povlaky hnědých kyslíčníků na horninách, obsahujících železo, jež jsou tu velmi rozšířeny. Kukátkem můžeme za chladného rána pozorovat horniny na desítky kilometrů tak, jako v nějakém muscu. Jen v nížinách vznikají rašelinisté, kde pozvolna rašeliní organická hmota rostlin a mění se v hnědé huminové kyseliny, které odnášejí jarní záplavy s ostatními rozpustnými látkami a barví břehy jezer a bažin.

V okolí Moskvy vidíme už jiné chemické reakce. Hoření — rašelinění — organické hmoty, to rovněž probíhá jen zvolna, stejné bouřlivé jarní záplavy rozpouštějí železo a hliník. Moskvu obklopují bílé a šedé písky, siné proplástky fosfátů se objevují mezi rozsáhlými plochami rašelinisk.

Dále na jih se mění barvy, mění se postup chemických reakcí, atomy se dostávají do nového prostředí. Vidíme, jak se místo šedých, jílovitých půd okolí Moskvy objevují černozemě středního Povolží. Vidíme, jak žhavé slunce mění zemský povrch, vyvolávající stále prudší a bouřlivější chemické změny.

Už v Závolží se setkáváme s novými reakcemi v přírodě: jsme v ohromném solném pásu, který se táhne od hranic Rumunska přes Moldavsko po svazích Severního Kavkazu, celou Střední Asii a končí na březích Tichého Oceánu. Kupí se tu rozmanité soli chloru, bromu a jodu. Kovy těchto solí limanů a odumírajících jezer, jichž jsou rozsety po celém území desítky tisíc, jsou vápník, sodík a draslík. Probíhá tu proces vzniku sedimentů.

Dále na jih je oblast pouští. Staví se nám tu před oči nový obraz — rozsáhlé solončaky, jejichž bílá pole jiskří mezi zelenými skvrnami stepní vegetace, prořatými čokoládovou barvou kalné vody Amu-Darji. Jasně barvy nám poukazují na nové chemické

pochody, atomy se přeskupují a nabývají v píscích nové chemické rovnováhy. Hromadí se v píscích pouští, jiné se rozptýlují pomocí větru a divokých tropických dešťů a objevují se v solončákách uprostřed pouští.

Ještě pestřejší barvy najdeme v předhoří Tanšanu. Potkáváme tu na každém kroku bouřlivé chemické reakce a pouť atomu na zemském povrchu je tu velmi složitá. Nezapomenu na dojem pestrých a jasných barev, které se nám objevily, když jsme po prvé navštívili jedno podivuhodné naleziště. Ve své knížce o barvách kamenů jsem popsal tento pohled takhle:

„Jasně modrozelené a zelené povlaky sloučenin mědi pokrývaly balvany hornin, hned tvoříce hedvábné, olivově zelené kůrky sloučenin vanadu, hned zářící azurovými a jasně modrými tóny vodných silikátů mědi.

V pestré stupnici tónů leželo před námi mnoho sloučenin železa: hydrátů, žlutých, zlatových okrů, jasně červených hydrátů s malým obsahem vody, černohnědých sloučenin železa a hořčíku. I křišťál dostává tu jasně rudou barvu „kampostelského rubínu“. Průzračný baryt se mění v žlutý, hnědý, červený „rudní baryt“. Na růžových hlinitých náplavech jeskyň krystalisují rudé jehličky alaitu, kysličníku vanadu, na vybělených lidských kostech se objevují jiné sloučeniny jako jasně zelenožluté šupinky.“

Obraz oněch pestrých, jasných tónů je nezapomenutelný. Geochemik se na něj pozorně zahledí, snaže se zjistit jejich příčinu. Vidí především, že jsou tu všechny sloučeniny značně okysličené, tyto minerály jsou nejvyššími stupni okysličení hořčíku, železa, vanadu a mědi. Ví, že je to způsobeno jižním sluncem, ionisační vzduchu, kyslíku a ozonu, výboji elektřiny za tropických bouří, kdy se dusík mění v kyselinu dusičnou, že je to působeno také rychlým rozkladem rostlinných těl, po nichž ani nezbyvají odumřelé zbytky.

Šipka nás vede ještě dále za hranici písků a slunečných přeměn. Stoupáme do výše 4000 metrů, znovu se ocitáme v poušti —

jenže v poušti ledové. Nespatříme tu už jasných barev putování atomů, jaké jsme viděli v nížině Střední Asie. Máme před sebou podobný obraz jako na Nové Zemi nebo Špicberkách. Všude velkolepé ssutě mechanických nánosů čerstvých hornin, jež téměř neznají chemickou reakci, jen tu a tam se objeví uprostřed sněhů a ledu barvy některých solí a ložiska sanytru.

Máme tu obraz arktických pustin, jen děsné bouře a hromobití mluví o jiném, ve vzduchu se vybíjejí silné elektrické výboje, vznikají částčky kyseliny dusičné, která se ukládá v podobě ledku na vysokohorských pláních Pamiru a ještě ve větších množstvích v poušti Atakama v Chile.

Postupujme dále podél šipky, přes štíty Himálaje — a znova se octneme uprostřed skvělých barev jižních subtropů. Nepřetržité vlažné deště jsou vystřídány suchým tropickým létem a na zemském povrchu probíhají složité reakce: srážejí se vyloužené sole, hromadí se mocná ložiska pestrých sedimentů, rud aluminia, manganu a železa.

Pak se objevují krvavě rudé půdy tropického Bengálska, vynášené vzhůru divokými smršťemi. Hnědorudé tóny půd tropické Indie, kde na každém kroku se lesknou kameny rozžhavené sluncem, potažené jakoby polokovovým lakem a jen zřídka se objevují prohlubně s bílou a růžovou solí, střídající tento obraz rudých půd indických subtropů.

Ještě živěji a do šíře se otvírá obraz putování atomů na jihu Indie, kde smaragdově zelené vody Indického oceánu omývají rudé břehy a z hlubin vydechují své plyny basaltové vulkány.

Složité chemické pochody na každém kroku, mnohotvárný obraz mořského dna, počínaje pestrým břehem se škeblemi, saskankami a korály a konče velkolepými korálovými bradly a ložisky korálových vápenců v hlubinách.

V hlubinných jílech, tam, kde se ukládají zbytky koster živých organismů, se tvoří soli fosfátu v podobě pecek fosforitů. Radiolarie staví své průsvitné skořápky z křemíku, doneseného řekami, a foraminifery — dírkonožci lapají vápník a baryum na stavbu

svých ulitek. Tak rychle se mění atomy od Arktidy do subtropů, tak ohromné jsou rozdíly v putování jednotlivých prvků na zemském povrchu.

Co působí tyto rozdíly v obrazech krajiny vysokého Severu a tropického Jihu? Víme už, že je působeno slunečními paprsky, spalováním, nadbytkem vláhy a vysokých teplot. Je působeno bouřlivými proměnami organického života, který potřebuje k vývinu množství rozmanitých atomů. Mocné nánosy zbytků živé hmoty se rozkládají na horkém jižním slunci a uvolňují kyslíčnatý uhlíčitý, který nasycuje pak v roztocích vodu.

Rychlost chemických pochodů se na jihu mnohonásobně zvyšuje. V geochemii dobře známe jedno ze základních pravidel chemie, že ve většině případů se na každých 10° zrychlují běžné chemické reakce na dvojnásobek.

Proto chápeme nehybnost a klid atomů v arktických pustinách a složité dráhy putování atomu v subtropích a pouštích jihu. Vidíme, že je možno mluvit o *chemické geografii*, že rozmanitost přírody v různých zemích je tenkými nitkami svázána s chemickými procesy, které v ní probíhají.

Mezi všemi faktory, jež určují geochemické pochody, získává stále a stále na významu člověk. Jeho intenzivní činnost je omezena na střední šířky a jen pomalu si začíná přisvojovat arktické pustiny a písečné pouště jihu. Vnáší tam své nové chemické pochody a ruší přírodní procesy, podněcuje nové koloběhy a putování atomů jemu potřebných. Chemická geografie se začala již dávno rýsovat tehdy, kdy byly v Rusku položeny základy půdoznalství, vědy, jejíž vlastní je Rusko a jejíž budoucnost je osudem úrodnosti našich polí.

Vzpomínáme, jak v osmdesátých letech minulého století znamenitý „otec půdoznalství“ V. V. Dokučajev odhaloval ve skvělých přednáškách v nevelké posluchárně Petrohradské university zajímavé obrazy nové vědy, načrtáváje pásma půd, jež zaujímají celou Zemi od polárních tunder až do pouští jihu.

Tenkrátě ještě nebylo možno převést jeho skvělé závěry do

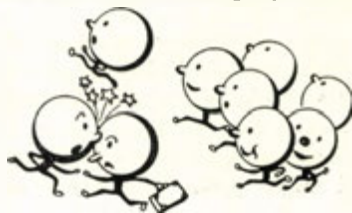
chemického jazyka, ale nyní, kdy chemie mocně proniká do oblasti geologické vědy, kdy agrochemikové začínají ovládat život rostlin a půdní chemické pochody, kdy geochemik zachycuje ve svých výzkumech všechny oblasti putování atomů, nyní začínáme chápat ony složité cesty, jimiž putuje atom v různých zeměpisných šířkách.

Historická geologie nás však učí, že se tyto šíře měnily. Po dvě miliardy let se měnil život na zemské kůře, měnila se poloha pólů, horská pásma se tyčila do sněžných výšek nejprve jen v polárních oblastech, odkud směřovala činnost vrásnění na jih, tvoříc horská pásma Himálaje, Alp a jiných pohoří. Měnilo se také rozložení moří na zemském povrchu, měnila se podnebná pásma, měnily se všechny podmínky obrazu krajiny. Všude se mnohokrát vystřídal moře s horami, hory s pouštěmi a pouště znovu s mořem.

Tak se měnil v dlouhé geologické historii Země i průběh chemických reakcí a putování jednotlivých atomů; půda a celý pokrývný útvar na kterémkoli místě zemského povrchu je jen odrazem chemických osudů atomu v dlouhé a pestré historii zemské kůry.

Víme, že vše žije, vše plyne, vše se mění v čase i prostoru, i v přírodě. Nejpohyblivějším ze všeho je atom, základní stavební jednotka, z níž se staví nejzajímavější stavby světa; stále hledá nové cesty, toto klubko historických sil, jež věčně hledá klid a rovnováhu, podrobujíc se základním zákonům přírodního dění.

Hledá — ale nenachází a nikdy nenajde, protože v přírodě není klidu, je jen věčná hmota ve věčném pohybu...



ATOMY V ŽIVÉ BUŇCE

Už prostým okem vidíme, že se uhlí skládá ze zbytků rostlin. Ulity dávných mořských měkkýšů tvoří vápencové lavice. Podíváme-li se na vápenec, křídou, diatomit a mnoho jiných tak zvaných usazených hornin, sedimentů drobnohledem, shledáme, že jsou často tvořeny zbytky koster drobnohledných organismů.

Geologie už dávno přiznává ohromný význam ve všech procesech tvorstvu, jež osídluje zemský povrch. Geochemické děje — vznik hornin, hromadění či rozptylování jednotlivých prvků, vznik vodních usazenin, na příklad vápenců z vápenných koster a mušlí organismů — všechny tyto děje jsou podmíněny živou hmotou.

Vápence se vskutku tvoří z vápencových koster uhynulých tvorů. Ale daleko ne všechny mořské organismy mají vápencový skelet. U mnohých jiných, na příklad u mořských hub, jsou vnitřní kostry z křemene.

Ještě důležitější je, že všechny organismy světa, rostliny i živočichové, po dobu svého života ssají, pohlcují či požívají ohromná množství látek, jakoby je prosévaly. Rychlost tohoto procesu je zvláště velká u drobnohledných organismů: bakterií, nejnižších řas a jiných prostých organismů. Je to ve spojitosti s jejich neobyčejně rychlým množením. Dělí se každých 5—10 minut, ale trvání jejich života je krátké.

Výpočet ukázal, že se při tom uchvacuje množství látek mnohotisíckrát větší, než je za stejnou dobu vázáno všemi ostatními organismy Země, rostlinami a živočichy.

Připomeneme si, že všechny zelené rostliny na světě uvolňují ve svých listech kyslík a pohlcují uhlík. Kyslík, uvolněný tímto pochodem, okysličuje rostlinné zbytky a některé horniny, a je vdechován živočichy.

Kyslíčnk uhlíčitý se mění v rostlinách na uhlík bílkovin a jiných sloučenin.

Představme si, že by všechny organismy Země v mořích a oceánech, v nížině i na horách náhle zmizely. Co by se stalo?

Kyslík by se vázal na organické zbytky a zmizel z ovzduší. Složení atmosféry by se změnilo. Nebylo by drobnohledných mořských organismů s vápenným skeletem — netvořily by se vrstvy vápence a křídý. Nevznikaly by vápencové horské masivy Tvář Země by se změnila.

Geochemická činnost organismů je velmi rozmanitá. Různé organismy se účastní nejrůznějších pochodů. Abychom objasnili geochemickou úlohu tvorstva, musíme nejprve znát jeho chemické složení. Organismy staví své tělo z látek, jež získávají tím či oním způsobem z okolní přírody: vody, půdy, vzduchu.

Dávno již bylo zjištěno, že základní složkou všech organismů je voda, H_2O , v průměru je jí v živém těle 80 % — poněkud více v rostlinách, méně v živočiších.

A tak zaujímá v organismech první místo co do množství kyslík.

Zvláštní úlohu hraje ve stavbě organických těl uhlík. Tvoří s vodíkem, kyslíkem a dusíkem, sírou a fosforem tisíce různých sloučenin, z nichž vznikají bílkoviny, tuky, uhlovodany organických těl.

Základním zdrojem těchto uhlíkatých sloučenin v živé hmotě je kysličník uhličitý. V organismech je uloženo také mnoho dusíku, fosforu, síry v podobě složitých ústrojných sloučenin. Pak se také v nich vždycky najde vápník, hlavně v kostrách, draslík, železo a jiné prvky.

Nejdříve se předpokládalo, že těchto 10—12 prvků, které jsou v živých tělech ve větším množství, má pro organismy výjimečnou důležitost. Později se však zjistilo, že na př. i křemík hraje důležitou úlohu v životě křemitých mořských hub, drobnohledných radiolárií, drobných vodních řas, rozsivek-diatom, jejichž skořápky jsou budovány kysličníkem křemičitým.

Železité bakterie hromadí ve svém těle železo. Byly objeveny bakterie, jež podobným způsobem hromadí mangan a síru. Ve

skeletu mořských organismů bylo místo vápníku zjištěno baryum a stroncium.

Ukázalo se zkrátka, že existují organismy, které kromě 10—12 prvků, jež jsme uvedli, hromadí jednou železo, po druhé mangan, jindy stroncium, vanad a mnohé jiné vzácnější prvky. Geochemický význam takových organismů je pocho-pitelný.



Bakterie koncentrující železo

Jedny hromadí atomy vanadu, jak to dělají někteří mořští bezobratlovci, vyhledávající vanad v mořské vodě a jílu, kde je v nepatrných množstvích. Když pak zahynou, uchovává se vanad nahromaděný v mořských sedimentech.

Chaluhy hromadí z mořské vody jod, kterého je v ní asi milion-tina procenta. Pak klesá jod se zbytky chaluh na mořské dno. Tak vznikají později z takovýchto hornin jodové minerální vody.

Čím přesnější je technika rozborů, tím větší počet prvků nalézáme v organismech, ovšem jen v nepatrných množstvích. Nej-dříve se předpokládalo, že stříbro, rubidium, kadmium a jiné prvky, zjištěné v organismech, jsou jen náhodným znečištěním, dnes je však zjištěno, že prakticky všechny prvky se účastní na stavbě živého těla. Záleží jen na tom, v jakém množství se vysky-tují v různých organismech. Hlavně tato otázka zaměstnává dnes odborníky. Nejprve nutno říci, že složení organismů ani z daleka neopakuje složení svého prostředí — hornin, vod, plynů. V horninách a půdách vyskytuje se na př. ve značném množství titan, thorium, baryum a jiné prvky, kdežto v organis-mech je jich desetitisícina tohoto množství a podobně.

Na druhé straně je v půdě a vodě málo uhlíku, fosforu, draslíku a jiných chemických prvků, kdežto v organismech se hromadí ve velkém množství.

S geochemického hlediska je dnes už jasné, že hlavní masu živých těl tvoří ty prvky, které tvoří za podmínek zemského povrchu, či lépe řečeno biosféry — oblasti, obývané organismy — lehce pohyblivé sloučeniny nebo plyny. A opravdu — CO_2 , N_2 , O_2 , H_2O — to všecko jsou plyny či tekutiny lehko pohyblivé, dostupné organismům v jejich životním procesu.

Jod, draslík, vápník, fosfor, síra, křemík a četné jiné prvky tvoří ve vodě snadno rozpustné sloučeniny.

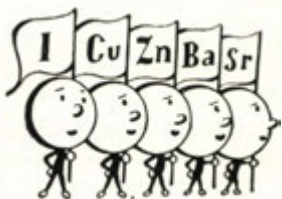
Zato titan, baryum, zirkon, thorium, třebaže jsou v půdách v dostatečném množství, netvoří sloučeniny snadno ve vodě rozpustné a lehce se měnící. Jsou proto organismům méně dostupné nebo i nedostupné, organismy je proto nehromadí. Vyskytují se v nich jen v nepatrném množství.

V organismech je také málo takových prvků, kterých je v biosféře nedostatek, jako radia a lithia.

Prvky, které se vyskytují v organismech ve velmi malých množstvích, v setinách i menších zlomcích procenta, jmenujeme mikrobiogenní či mikroelementy. Ve fyziologii se dnes přikládá veliký význam mikroelementům. Mnohé z nich tvoří součást důležitých látek v živém těle, jako na př. železo je součástí krve — hemoglobinu. Jod je součástí hormonů štítné žlázy, měď a zinek jsou účastny na stavbě fermentů živočišných i rostlinných.

Mohli bychom nakreslit mapu anatomické stavby organismu s poukazem, kde, v jakých tkáních se hromadí prvky. Ale teď nás zajímá geochemická úloha organismů. Organismy plní rozmanité geochemické funkce podle toho, jaký prvek hromadí či vůbec

podle celkového složení vlastního těla. „Vápenčové“ organismy, z jejichž skeletů vznikají vápence, mají v geochemické historii vápníku význačnou úlohu, stejně jako organismy, hromadící křemík, vanad, jod mají pro koloběh těchto prvků ohromný význam.



Cílem jest, probádat vliv organismů na geochemickou historii různých atomů v biosféře, zhodnotit jej a využít.

Už nyní se ukazuje možnost nalézt ložiska určitých kovů, sledujeme-li pozorně ráz květeny dané oblasti a zjišťujeme-li výskyt význačných rostlinných typů, jež hromadí ve svém těle kovy. Ruda, která je v podkladu půdy, zásobuje bezděky půdu, v níž je pak zvýšený obsah niklu, kobaltu, mědi, zinku. Pak se zvětší i jejich obsah v rostlinách. Provede se rozbor rostlin na tyto prvky. Najde-li se jich tam nadbytek, je možno založit v takovém místě šachtu. Tak byla objevena některá zinková, niklová, molybdenová a jiná naleziště.

Rostliny i zvířata přivykli na určitou koncentraci jedněch či druhých prvků svého prostředí — ve vodě, půdě, horninách. Kde je koncentrace nižší či naopak vyšší, odpovídají na to organismy změnou své formy a růstem. Nedostatek jodu v půdě a vodě vyvolává v některých horských oblastech u lidí i zvířat vole, nedostatek vápníku v půdě zavinuje křehkost kostí atd.

To vše ukazuje, v jak těsném hmotném svazku je tak zvaná mrtvá příroda s živou hmotou. Jsou na sebe vázány obecnou historií atomů prvků. Čím lépe poznáme historii migrace prvků-atomů na zemi, tím jasněji a přesněji poznáme i geochemickou úlohu organismů.

Právě proto musíme nejprve znát jejich přesné kvantitativní chemické složení.

ATOMY V HISTORII LIDSTVA

Studující historii objevů chemických prvků, nacházíme zvláštní a podivuhodné věci. První prvky poznal člověk mimochodem, nepřemýšleje o nich, nemaje ani tušení, že má v rukou tajemství, jež by otevřelo bystrému rozumu důležité poklady přírody. Těžko a s velkou námahou pronikala z praxe k vědomí

myšlenka o jednoduchých hmotách, jež by byly základem všech věcí.

Alchymisté neznali jak rozlišit jednoduchou látku od sloučeniny, znali však některé kovy a některé látky, na př. arsen a antimon. Jenže nevěděli, že právě to jsou kovy. Svrchovaná moudrost alchymie je vyložena v tomto zápisu alchymisty:

*Sedm kovů stvořil svět
dle počtu sedmi planet.
Kosmos k dobru přidal nad to
stříbro, železo a zlato,
též olova, mědi, cínu —
stra otec jich, můj synu,
v myslí tvé též vpsáno buď,
že je matkou jejich rtuť!*

Alchymisté a později nějakou dobu i chemici nazývali tyto kovy jmény planet: zlato — Slunce, stříbro — Měsíc, rtuť — Merkur, měď — Venuše, železo — Mars, cín — Jupiter, olovo — Saturn. Arsen a antimon se nepokládaly za kovy, třebaže jejich schopnost okysličení a jiné vlastnosti byly dobře známy.

Alchymisté také věděli, že každému kovu odpovídá příslušný kysličník, a dovedli je také získat pomocí kyselin z každého kovu. Mysleli však, že kysličníky — oni pro ně měli ovšem jiné termíny — jsou jednodušší, kdežto kovy že jsou sloučeninou kysličníku s „flogistonem“ — zvláštním těkavým základem ohně.

Bylo zapotřebí geniálnosti a houževnatosti Lomonosova a Lavoisiera, aby bylo dokázáno, že to, čemu dnes říkáme kysličník rtuťnatý je sloučenina, složená ze rtuti a kyslíku, který byl právě objeven Priestleyem a že váha tohoto plynu se přesně rovná příbytku na váze sloučeniny. Letopočet tohoto objevu, 1775, se právem počítá za počátek moderní chemie a konec fantasií alchymistů, které byly už dávno na překážku vědeckému badání.

Tehdy bylo už známo několik desítek prvků. Už v roce 1669

objevil Brandt fosfor, v polovině XVIII. století byl objeven kobalt a nikl, a ze „zinkové zeminy“ se naučili dobývat kovový zinek. Konečně v roce 1748 popsal v Americe Don Antonio de Ulloa nový prvek podobný stříbru, platinu.

Skutečná revise všech „jednoduchých“ látek nastala však až v době Lavoisierově koncem XVIII. a začátkem XIX. století. V roce 1774 byly objeveny kyslík a chlor a již deset let potom získal Cavendish vodík, rozkládaje proudem galvanické baterie vodu a objasnil tak složení vody.

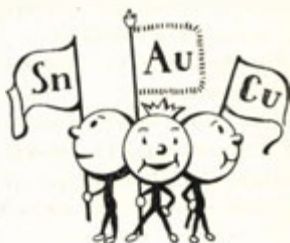
Další objevy prvků již postupovaly soustavně: byla vzata nová přírodní tělesa a rozkládána na jednotlivé složky. Často se tak narazilo na nové prvky. Tak byl objeven mangan, molybden, wolfram, uran a zirkon i četné jiné prvky.

V roce 1808 Davy zdokonalil elektrolýsu, která už ukázala svou sílu v rukách Cavendishových. Zesílil proud a naučil se chránit zplodiny elektrolýsy před okysličením pomocí petroleje a minerálních olejů. Objevil tak draslík, sodík, vápník, hořčík, baryum a stroncium v čisté formě.

Za 14 let — od r. 1804 do 1818 — bylo objeveno 14 prvků; kromě těch, o nichž jsme se už zmínili, také jod, kadmium, selen a lithium. Po nich následoval brom, hliník, thorium, vanad a ruthenium. Pak nastala přestávka. Bylo třeba nových method výzkumu, staré už vyčerpaly své možnosti.

Teprve když v roce 1859 Kirchhof a Bunsen objevili spektrální analysu, pokračovaly objevy, nyní už takových prvků, které měly podobné vlastnosti jako prvky už známé, ale nemohly být od nich odděleny starými methodami výzkumu. Tak byly objeveny rubidium a cesium, thallium, indium, erbium, terbium a některé jiné. D. I. Mendělejevovi, který v letech 1868—1869 objevil svůj znamenitý zákon, bylo známo už 60 prvků.

Od té doby dostala věda pevné přesvědčení o existenci těch či oněch prvků. Ukázalo se, že každému prvku je vyhrazeno v tabulce místo, a že jejich počet je celkově 92; volné přihrádky že označují dosud neobjevené prvky.



Pro tři z nich — ekaaluminium (příhrádka č. 31), ekasilicium (č. 32) a ekabor (č. 21) předpověděl Mendělejev hlavní fyzické a chemické vlastnosti. Jeho předpověď se skvěle potvrdila, když byly tyto prvky objeveny. Ekabor byl nazván scandium, ekaaluminium bylo pojmenováno gallium, a ekasilicium — germanium.

Nedomnívejme se, že dříve byly známy jen takové prvky zemské kůry, které jsou hojné a že teprve potom byly objevovány vzácné prvky. Ba ne. Vždyť na př. zlata, mědi a cínu je v zemské kůře velmi málo — a přece to byly první kovy, s nimiž se lidé seznámili a jež byly využity v technické kultuře. Cínu je v kůře zemské několik miliontin procenta, mědi několik desetitisícin a zlata dokonce jedna či dvě miliardy procenta.

Při tom prvky, které jsou nejrozšířenější v zemské kůře, jako na příklad hliník, který tvoří sedm a půl procenta zemské kůry, byly objeveny velmi pozdě. Hliník byl ještě na začátku XX. století vzácným kovem.

Je to podmíněno tím, jak snadno se tvoří kov v přírodě, jak často se nacházejí sloučeniny s převahou tohoto kovu, t. zv. ložiska. Schopnost hromadit se na jednom místě ulehčila člověku objevení a využití kovů v technice pro vlastní potřeby.

Objev každého nového prvku znamená nejdříve podrobné studium jeho vlastností v laboratoři chemiků. Je to, abychom tak řekli, první seznámení. Při tom hledají chemici vlastnosti prvku, jeho charakteristické rysy.

Není na příklad zajímavé, že specifická váha lithia je 0,53, takže tento kov plave dokonce i na benzínu? Že má osmium naopak specifickou váhu 22,5, takže je čtyřicetkrát těžší lithia? Což není zajímavé, že se gallium taví už při 30° C, ale nemůže být přivedeno do varu, protože má bod varu 2300°, daleko za hrani-

cemi teplot, jichž se v technice normálně používá? „Co je na tom všem zajímavého?“ ptáte se. Pokusím se to říci.

Nejdříve o galliu. Používající vysokých teplot v laboratořích a závodech, chtěli by inženýři a chemici vědět, do jaké teploty se vzorek či výrobek zahřívá. A tu je hned potíže: do 360° jde sice měřit docela jednoduše rtuťovým teploměrem, ale při silnějším zahřátí to nejde — rtuť vře při 360° a proto se pro vyšší teploty rtuť nehodí. A tu se hodí gallium. Vezmeme těžko tavitelné křemité sklo, naplníme teploměr roztaveným galliem — a pak můžeme měřit teploty skoro do půldruha tisíce stupňů — a gallium nemá ani potuchy o varu. Podaří-li se nám najít sklo ještě tíže tavitelné, můžeme změřit teploty i dvou tisíc stupňů.

A teď si povíme o váze. Váha, tíže, je cosi, co tlačí, mačká k zemi. Váha brání v pohybu, rychlosti, zvedání do neznámých výšek. A člověk se chce pohybovat po zemi rychle, chce létat jako pták v povětří. Proto je třeba zvítězit nad tíží, člověk hledá lehké a pevné konstrukce lehkých a pevných kovů. K tomu se hodí zvláště dva kovy: hliník o specifické váze 2,7 a hořčík o váze 1,74. Hořčík byl objeven vlastně dvakrát. Nejdříve jej objevil Davy a od té doby byl po více než století zahrnován mezi nejneúčtečnější kovy. Byl používán pouze na vánoční ohňostroje jako stužky a prášek. Ale ve XX. století se ukázalo, že tento „kov na hraní“ má takové pozoruhodné vlastnosti, že jeho použití může způsobit převrat v různých oborech techniky.

První „létající kov“ je nesporně hliník. Když byly překonány těžkosti výroby kovového aluminia, stalo se nejdříve kuchyňským kovem. Lehké, čisté, nerezavějící hrnce, lžíce a sběračky — na to byly vynaloženy jeho první zásoby. Do techniky jej nepustili — a nač by se taky hodil ten měkký křehký, těžce tavitelný kov? Aluminium dobylo světa teprve tehdy, když bylo zhotoveno



duraluminium — tvrdá slitina, vyrobená „po kuchyňsku“: do tyglíku s alumi-ni-um se přidalo ode všeho trochu a každá nová slitina se zkoušela na pevnost a druhé vlastnosti. Nikdo tehdy nemohl objasnit, proč právě čtyři procenta mědi, půl procenta hořčíku a nepatrná příměs ostatních kovů změnila měkké, křehké aluminium v báječný dural, pevný a schopný kalit se jako ocel. Skvělé vlastnosti duralu projevují se ne hned — a to právě značně usnadňuje a zjednodušuje jeho opracování. Po zakalení zůstává dural měkký ještě několik dní. Po tu dobu „nabírá sílu“, pokud uvnitř slitiny probíhá přemístění měděných částic, tvořících kostru duralu. Dural není jediný, jsou i jiné slitiny, které v něčem dokonce předčí dural. Proniknutí duralu a jiných lehkých slitin má kolosální význam pro všechny druhy transportu. Váha vozu metra či tramvaje, vyrobeného z aluminia, je o třetinu menší než vozu ocelového. V ocelovém voze připadá na 1 místo pro cestujícího kolem 400 kg mrtvé váhy. Postavíme-li však konstrukci tramvaje z aluminia, sníží se mrtvá váha na 1 cestujícího na 280 kg.

Aluminium dalo člověku vskutku křídla. Ale člověku nestačí jen létat — chce létat co nejdál. Má-li být váha kovu, z něhož je letadlo postaveno, ještě lehčí, řekněme o 20 %, znamená to další tunu benzínu do zásoby a další tisíce kilometrů letu. Kde však najít kov lehčí než hliník?

Tu si vzpomněli na hořčík — vždyť má specifickou váhu 1,74 — to je o 35 % menší než hliník. Jenže hořčík nemá těch vlastností, kterých je třeba na stavbu letadla: pevnost a hlavně odolnost proti okysličením. Hořčík se rozkládá i vařící vodou, přijímá od ní kyslík a mění se v bílý prášek, kysličník hořečnatý. Na vzduchu hoří lépe než dřevo.

Ale konstruktéři a chemici nezoufali, věděli, že jim slitiny umožní najít kov s potřebnými vlastnostmi. Ukázalo se skutečně, že nepatrná příměs mědi, hliníku a zinku zbavuje hořčík hořlavosti a dodává mu pevnost duralu.

Slitiny s obsahem hořčíku vyšším než 40 % se jmenují „elek-

trony“. Kromě hořčíku je v „elektronu“ ještě hliník, zinek, mangan a měď.

A tak byl ve XX. století objeven hořčík po druhé a hned si dobyl pevné místo jako kov na stavbu letadel. Zvláště velké je jeho užití na stavbu leteckých motorů. Jejich součásti z hořčíkových slitin mají velkou pevnost a trvanlivost, neúnavnost.

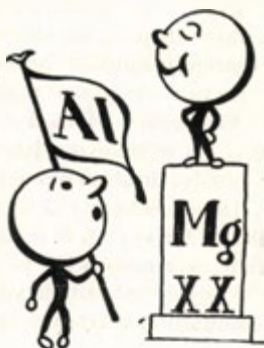
Cožpak se i kovy unavují? — Bohužel ano. Ocelové pero, které se stotisíckrát ohnulo a napřímilo, ztrácí pružnost, zkréhne a láme se — unaví se. Zalomená hřídel motoru „zestárne“, láme se. A přece technika objevila, že některé slitiny jsou značně neúnavné. Atomy jejich různých kovů se tak dobře k sobě přidružily, že jejich soudržnost neslábne vzdor úderům. Takové jsou právě slitiny hořčíku.

Samotná stavba motorů v letectví nevyčerpává všechny možnosti využití hořčíku. Používá se značně ve výrobě automobilů. Součásti ze slitin hořčíku jsou velmi pevné a lehké, 5—6krát lehčí než ocelové při stejné nebo i větší pevnosti.

Hořčík je kov velmi rozšířený v zemské kůře. Je všude, stejně jako železo, lehce se hromadí, a proto se snadno dobývá. Ve velkém množství je v mořské vodě, v solných jezerech, na př. na březích Krymu ve vodách Sivaše.

Hlavní rudou hořčíku je karnallit, chlorid hořečnato-draselný, který se vyskytuje hojně také v Sovětském svazu. Ohromné zásoby jsou v Solikamsku v podzemních vrstvách, v hloubce 100—200 m pod povrchem. Tam se rubá a vyváží na povrch.

Dá to ovšem ještě hodně lopoty, než se oddělí hořčík od chloru, s nímž je v těsném svazku. Karnallit se musí roztavit a vést jím elektrický proud. Elektrina rozervе svazek mezi hořčíkem a chlorem a do kelímků se bude lít bílý kov.



Přišla doba dobývání hořčíku z mořské vody, kde je 3,5 % solí, z nichž je jedna desetina hořčíku. Jeden krychlový metr mořské vody obsahuje tak tři a půl kilogramu kovového hořčíku.

Jeho těžba je jednoduchá: filtrovaná mořská voda se nalévá do nádrží, kam se sype hašené vápno. Tu se odděluje hydroxyd hořečnatý jako ssedlina. Po ustání se voda slévá, ssedlina suší na filtrech, neutralisuje solnou kyselinou a konečně zbaví vody. Získaný chlorid hořečnatý je elektrolysován v roztaveném stavu, asi při 700°, asi jako karnallit. To je celý postup.

Hořčík není jen stavebním kovem. Technika nemůže pomíjet jeho schopnost hořet a vyvíjet přitom ohromnou teplotu kol tří a půl tisíc stupňů. Hořčík je součástí speciálních bronzů, hořečnato-aluminiového prachu, který je nejúčinnější směsí zápalných bomb. Hořčík je v průmyslu velmi užitečný a čeká jej velká budoucnost.

Ale vraťme se k letadlům. Je tu ještě jeden „létající kov“, který si konstruktéři letadel začínají přivlastňovat. Je to beryllium. Má specifickou váhu 1,84, ale je stálejší a „silnější“ než hořčík.

Slitiny beryllia předčí kvalitou všechny slitiny dosud používané při stavbě letadel. Přístroje z těchto slitin pracují nehlučně a nejspolehlivěji.

Zvyšuje též jakost hořčíkových slitin, dodává jim pevnosti a vzdornosti proti okysličení. Nepatrná přísada beryllia k hořčíku odstraňuje nutnost chránit kovový hořčík od okysličení.

Je tu však otázka: nejsou ještě lehčí slitiny?

Vzpomeňme si na kov lithium. Vždyť má specifickou váhu 0,53, to je takovou, jako zátky; zatím se přidává v nevelkém množství do slitin aluminia a hořčíku, zvyšuje jejich tvrdost.

Dosud nebyly nalezeny stálé slitiny s větším množstvím lithia. Ale vyplatí se je hledat. Vždyť lithium je kov dosti rozšířený, v zemské kůře je lithia tolik co zinku, vyskytuje se na některých nalezištích ve velkém množství v nerostu zvaném spodumen a v lithných slídách.

Kdyby se na př. osvědčily slitiny lithia s beryliem, mohlo by se lithium dobývat ve velkém. Ale studium lithných slitin ještě nedošlo k cíli, je to úkolem dneška. Lithium už má důležité upotřebením v akumulátorech ponorek. Je v minerálních vodách a četní lékaři připisují vodám, bohatým na lithium (jako je na př. voda ve Vichy ve Francii; v Čechách na př. ve Frant. Lázních, pozn. překl.) zvláštní léčebné vlastnosti. Ale přece jen se jeví jako nejsvědňější perspektiva jeho použití jako lehkého, pevného, nerezavějícího kovu na letadla.

Lehké kovy a slitiny však ještě ani zdaleka nevytlačily ještě „černé kovy“ — železo, ocel a jejich slitiny ani v dopravě, ani v četných jiných odvětvích průmyslu. Promluvíme si o těchto „stařečcích“, kteří jsou však ještě velmi bodří, pevní a dávají stále nové kvalitní slitiny.

Kdybychom provedli soupis všech příměsí speciálních ocelí, byla by to dosti četná skupina kovů sobě blízkých: železa, niklu, kobaltu, chromu, vanadu, manganu, molybdenu, wolframu. Všecky tyto slitiny jsou v podstatě „ocel“, to jest železo s určitým procentem uhlíku, které se zušlechťuje příměsí jiných kovů.

Konstruktéři, nahrazující ve slitinách železo vzácnými kovy, došli nakonec ke slitinám, kde už není železo vůbec. Je to na příklad stellit, skládající se z wolframu, chromu a kobaltu. Tato slitina se stala pramáti dnes velmi rozšířených tvrdých slitin, které vnesly do techniky nevídané rychlosti v řezání kovů, nejdříve 70—80 metrů za minutu, dnes už stovky metrů v minutě.

Wolfram vyvolal k životu úžasně tvrdé slitiny a skvělou techniku řezání kovů. Wolfram a molybden daly stovky nových druhů oceli nebyvalé pevnosti, ohnivzdorných, pancéřových, péroových, nábojových, průbojných atd. Není jediného odvětví techniky, ve kterém by objev vzácných vlastností wolframu, molybdenu a jiných kovů nezpůsobil podstatné změny. Název „vzácné kovy“ je ovšem dnes už přežitek. Molybden je v zemské kůře dvakrát tolik co olova, a wolfram dokonce sedmkrát tolik.

Nejsou tedy vzácné. A v průmyslu už také zobecňují, jejich těžba silně vzrůstá a dohání těžbu „obyčejných“ kovů.

Slitiny ocele s molybdenem se používají na hlavně a lafety. Mangano-molybdenové oceli se začíná používat jako materiálu na pancěře a pancéřové zbraně. Konstrukteři automobilů a letadel mají tři základní požadavky na kov: největší možná pružnost, pevnost a vysoká odolnost proti dlouho trvajícím otřesům a častým úderům. Rostoucí potřeba molybdenu v poslední době se vysvětluje jeho značným použitím na zalomené hřídele, ojnice, v opěrných mechanismech, leteckých motorech — hlavně ve spojení s chromem a niklem.

Druhý způsob upotřebení molybdenu jsou vysoce kvalitní slitiny s šedým železem. Nepatrné množství, asi čtvrt procenta molybdenu zvyšuje fyzické vlastnosti litiny, zvláště odolnost při ohybu a tahu a tvrdost.

Wolfram a molybden se upotřebují v podobě tenkých drátů ve velkém rozsahu v elektrotechnice na vakuové lampy. Z wolframu se dělají vlákna do žárovek. Teplota tavení wolframu je 3350° , nejvyšší ze všech kovů. Jen uhlík se taví ještě při vyšší teplotě, při 3500° . Co do tavné teploty jsou wolframu blízké dva prvky: tantal, který se taví při 3030° a rhenium při 3160° . Z molybdenu, jehož tavná teplota je 2600° , se dělají smyčky zachycující rozžhavený vlasek.

Nestačí tedy objevit prvek, musíme jej též prostudovat, objevit v něm tu vlastnost, která je právě cenná pro výrobu, a pak je prvek jakoby po druhé objeven, stává se potřebným a nutným.



Tak na příklad wolframové kontakty v automobilových motorech, kde je destička z wolframu, tenká jen desetinu milimetru, která zabezpečuje elektrický kontakt, takže přerušovač pracuje bezvadně stovky hodin.

Vidíme to také na případu niobu (kolumbia). Niob byl pokládán za neužitečný prvek, který znečišťoval tantal, s kterým se obvykle vyskytuje v nalezišti. Když se však ukázalo, že ocel s příměsí niobu je skvělým svářecím materiálem při elektrickém sváření ocelových předmětů, dávajícím nebyvalou pevnost švu, stal se niob dražším a potřebnějším než tantal.

Přibírání stále nových a nových prvků do průmyslu není ještě zdaleka skončeno a nikdy nebude u konce, protože rozmach technického pokroku nemá konce. A geochemikům a chemikům tu připadá čestná úloha.

Jaký je vlastně vliv technického pokroku na Zemi, jež je dodavatelkou všech hmot, potřebných v technice? Člověk se snaží změnit po svém zemskou kůru, čerpá z ní všechno, co potřebuje, a nepřemýšlí o tom, že to, co bere, už nelze vrátit.

Nevyčerpává člověk Zemi?

To je otázka, která napadne, když sledujeme celkový rozmach lidstva na zemi. A ještě jedna okolnost nutí k této otázce: je to stále rostoucí množství užitkových nerostů, dobývaných každoročně ze zemských hlubin.

Vzpomínám si na vyprávění jednoho inženýra důlní těžby. Zastavil se v domku pod velkou horou magnesitu, a za dva tři týdny už hora nebyla: byla odvezena do cementových závodů.

Stačí jen se podívat na hory odpadků, vyhazovaných závody metalurgickými, abychom pochopili, že lidská činnost je geochemický faktor, který přetváří kůru zemskou.

Je tu jeden z nejvážnějších problémů světového chemického hospodářství: osud uhlíku, do něhož člověk zasáhl zvláště energeticky. Uhlík se vyskytuje v přírodě ve třech formách: ve formě živé hmoty, ve formě uhlí a nafty v povrchních zonách zemské kůry a v podobě kysličníku uhličitého v ovzduší, ve vodách řek

a oceánů, nejvíce však ve sloučenině s vápníkem ve vápencích.

V ovzduší je přes dva tisíce miliard tun kysličníku uhličitého — to znamená 600 miliard tun uhlíku. Člověk dobývá ročně přes milion tun uhlí a 200 milionů tun nafty. Uhlí i naftu spaluje, mění uhlík v kysličník uhličitý. Tak přechází do atmosféry ročně přes tři miliardy tun kysličníku uhličitého. Za 200—300 let by se jeho množství v ovzduší zdvojnásobilo, kdyby nebylo protichůdných procesů: rozpouštění ve vodě oceánu a pohlcování rostlinami.

Dobýváje uhlík z uhelných slojí, přispívá člověk k rozptýlení tohoto prvku, a to v tak velkém měřítku, že jeho činnost nabývá rozměrů geologických změn.

Stejně panovačně se vměšuje člověk i do osudu kovů: ve svém užívání má asi miliardu tun železa a výrobků železných, při čemž je to kov ve formě málo odolné a okysličuje se. Okysličením znehodnocuje téměř tolik železa, kolik se za stejnou dobu vykutá ze země, takže hromadění železa nepřevyšuje prakticky jeho mizení.

U zlata je tomu o něco lépe. Ročně ho ubývá při reakcích, při upotřebení na pozlátko a při opotřebování asi tuna, což je mnohem méně, než se ho dobývá (asi 600 tun).

Ale takové kovy, jako olovo, cín, zinek, dobývá člověk v náhodných přírodních hromadných nalezištích, ložiscích, v zemské kůře, jen aby je při využití nenávratně rozptýlil.

Zemědělská a inženýrská činnost člověka má rovněž rozměry, odpovídající velikosti živelným procesům.

Obrábění svrchní vrstvy Země má ohromnou geochemickou důležitost. Pro potřeby zemědělství se každým rokem zpřístupňuje energetickému vlivu atmosférických vod a vzduchu více než 3000 krychlových kilometrů půdy.

Kulturní rostliny odnášejí z půdy ohromné množství neústrojných látek: anhydridu fosforečného 10 milionů tun, dusíku a draslíku 30 milionů tun. Tato čísla jsou několikanásobkem toho, co se dává do půdy hnojením. Vydobyté prvky se dostávají do koloběhu živočišného světa a konečně se rozptýlují.

Svou zemědělskou činností a stejně tak i v technice působí

konec konců člověk jako rozptylující činitel. Každý rok se ve všech dolech a ložiscích dobývá více než jeden krychlový kilometr hornin. Přičteme-li k tomu ještě stavbu zavodňovacích kanálů a hrází a pod., bude třeba toto číslo zdvojnásobit či ztrojnásobit.

Množství strusky, vylévané ze všech kovových pecí světa, dosahuje hodnoty zhruba také jednoho krychlového kilometru. A kolik odpadových hmot se vynese na povrch při pracích chemického průmyslu!

Přirovnáme-li tato čísla k 15 krychlovým kilometrům sedimentů, unášených každoročně s povrchu pevnin řekami, musíme přiznat, že lidská činnost je stejně důležitým faktorem jako činnost řek.

A kolik kamene a cementu se vynaloží na stavebnictví! Jen v Anglii vážily podle statistiky z r. 1913 všechny domy asi půl miliardy tun.

Přetváření přírody člověkem probíhá stále vzrůstajícím tempem. Vycházíme-li od celkových zásob kovů v zemi, jsou tak veliké, že se o jejich vyčerpání nemusí hovořit. Ale všech těchto zásob se nedá využít pro průmysl, protože průmysl může zpravidla využít jen nejbohatší rudy toho či onoho kovu, a těch není mnoho. U mnohých kovů sotva postačují dosavadní zásoby pro potřebu průmyslu. Proto hledá celá armáda geologů a geochemiků usilovně kovové rudy, aby byly uspokojeny všechny rostoucí požadavky průmyslu.

Čím více pozornosti věnujeme těmto otázkám, tím dříve dosáhne naše vlast dostatečných množství vzácných a cenných kovů, nepostradatelných pro svůj rozkvět a mohutnost.

ATOMY VE VÁLCE

Naše doba se vyznačuje válkami, do nichž je zataženo celé hospodářství válčících států. Po prvé se to ukázalo se zvláštní mohutností v první imperialistické válce. Výbušniny, ocel, měď, ledek, toluol, nafta, černé kovy — to vše začalo mít vliv na osudy vojenských operací. Bojeschopnost armád začala být do značné míry závislá na zásobování surovinami.

Bitva u Verdunu v roce 1916, která se protáhla na několik měsíců, ukázala nové rozměry ničení materiálu. Němci vynaložili kol milionu tun železa a oceli v bezvýsledných útocích na posádku, která bránila pevnost Verdun, změnili tak pole a zákopy celého opevněného území v hotové ložisko oceli.

Množství surovin, zúčastněných v boji, začlo růst do ohromných rozměrů.

Spotřeba cementu německé armády v roce 1917, kdy se zakopala do zákopů a přešla k posílení válce, dosáhla téměř výše celé roční těžby cementu v Německu. Potřeba dusíkatých sloučenin, sírové kyseliny na výrobu výbušnin, jodu, několikrát převýšila výrobní kapacitu všech evropských továren. Miska na vahách vojenského štěstí kolísala hned na jednu, hned na druhou stranu.

Ke konci roku 1917 zbývalo Francii ocele jen na týden a výbušnin téměř nebylo. Anglie byla před uhelnou krizí a před nedostatkem chleba. Německé ponorky potápěly anglické obchodní flotily, hlad ohrožoval desítky milionů lidí, zásoby potravin a materiálu se daly počítat na týdny.

Ale také v Německu byl materiál vyčerpán ještě ve větší míře než u protivníků. Nebyla už žádná rezerva barevných kovů. Železa a kovů, posbíraných na místech bitev, byl nedostatek.

Nedostatek materiálu hrozil katastrofou, jež se blížila rychlým tempem. Když se v březnu 1918 podařilo Němcům prorazit nečekaným úderem západní frontu a obsadit Amiens, otevřela se před nimi bezprostředně cesta na Paříž, kam bylo jen 120 km.

Ukázalo se však, že armáda byla ochromena. Nebylo gumy, nebylo benzínu. Sněhové vánice nedovolovaly mechanisovanému transportu přemístit se na „polomrtvých“ rozervaných gumových pneumatikách, dodávka potravin a nábojů byla přerušena, armáda se zastavila. Zdroje Německa, jeho materiální a morální síly se zhroutily dříve než u jeho protivníků a Německo bylo poraženo. Takové jsou zkušenosti z první imperialistické války.

Ano, suroviny, strategické suroviny se staly ve všech velkolepých a složitých problémech států důležitou složkou, zvláště pro útočníky, dávno před začátkem druhé světové války. Vznikla ohromná literatura, která nám otevřela celý svět nových a složitých problémů, v nichž se proplétají ekonomie a geologie, technika a metalurgie.

Celkem je více než dvacetpět druhů strategických surovin: železo, hliník, hořčík, zinek, měď, olovo, mangan, chrom, nikl, arsen, antimon, bor, molybden, wolfram, nafta, uhlí, kaučuk, dusík, síra, grafit, draslík, jod, fosfáty, asbest, slída. K nim je nutno připojit nyní ještě uran.

Už před druhou světovou válkou začala bitva o suroviny. Amerika začala rozšiřovat těžbu potřebných kovů. Německo naopak si chránilo řadu ložisek jako zásoby pro případ vojny, zastavilo dobývání některých surovin a začalo je dovážet odjinud.

Německo provedlo několik opatření k těžbě a využití svých chudých železných rud, ostatně znečištěných manganem, ale těžít nezačalo. Vynakládaje všechny své valutové fondy zvyšovalo Německo v posledních pěti letech před válkou dovoz surovin. Dovezlo pětkrát tolik manganové rudy než před deseti lety, skupovalo ohromná množství wolframu, molybdenu, dovezlo množství naftových produktů. Na naftu byly vynaloženy miliardové sumy. Vojenský průmysl Německa se po první světové válce rychle obnovoval díky anglickému a americkému kapitálu.

Nakonec provedlo Německo celou řadu kroků k tomu, aby ovládlo trh surovin sprátelených zemí a sousedů, jako možný pramen na krytí nedostatku v případě války. Jak to provádělo,

ukáže jeden případ. Hned po první imperialistické válce získalo Německo měděná ložiska „Bor“ v Jugoslavii, ovládlo je německým kapitálem a poslalo tam německé inženýry. Německo si připravilo toto ložisko pro sebe, takže v čas války mohlo zdvojnásobit těžbu, dávající 35.000 tun mědi ročně. Tento plán však za války aspoň částečně zhatili srbští partyzáni, kteří bojovali s úspěchem proti německým uchvatitelům.

Jaká jsou měřítka surovinných potřeb, vidíme z několika příkladných výpočtů: Pro moderní armádu mající 300 divisí, to je asi pro 6.000.000 lidí, mechanisovaných a motorisovaných, je třeba na rok války 30 milionů tun železa a ocele, 250 milionů tun uhlí, 25 milionů tun nafty a benzínu, 10 milionů tun cementu, 2 miliony tun manganu, 20 tisíc tun niklu, 10 tisíc tun wolframu a ještě mnoho jiného.

Zamysleme se nad těmito čísly a pokusme se, představit si je.

Co to znamená 30 milionů tun ocele? Na její výrobu je třeba nejméně 60—70 milionů tun rudy, to znamená vyčerpání několik velkých ložisek.

Ještě názornější je to u nafty: 25 milionů tun, při čemž je tento odhad spíše menší než skutečná spotřeba, protože armáda i tyl, letectvo i flotila spotřebují ohromná množství rozmanitých naftových produktů. Rumunsko dalo v době největší těžby 7—8 milionů tun, Iran může dávat ročně 10—11 milionů tun nafty.

Kromě uvedených druhů surovin je nutné na vedení války ohromné množství kaučuku, barevných kovů, stavebního dříví, asbestu, slídy, síry a sírové kyseliny a spousta jiných látek.

Nejsou to jen ohromné rozměry využívání surovin, které jsou význačné pro novou vojenskou techniku. Je to také ohromný výběr látek, které mají přímou či nepřímou účast v bojích, přehodnocení základních a rozhodujících druhů strategických surovin, zařazení set a tisíců nových produktů, sloučenin a slitin. Místo drátěné košile či brnění a štítů středověkých rytířů, místo železa a oceli — ještě nedávno téměř jediných kovů války — vstoupily nyní do arény nové mocnosti země, nové prvky a jejich



Chemické prvky ve válečné technice.

sloučeniny, vzácnější kovy a hlavně černé zlato — nafta. V mnoha případech hlavně ony určují úspěch vojenských operací.

Zuří boj mezi tankovými jednotkami. Chrom a nikl, mangan

a molybden podporují pevnost pancéře, vanad a wolfram, molybden a niob najdeme v nejdůležitějších součástkách stroje — v osách, převodech, housenkových pásech. Chromové barvy s olovem dávají tanku ochranné zbarvení. Speciální sklo s borem, polaroidní sklo se sloučeninami jodu dovoluje vidět jasně protivníka bez ohledu na oslňující světlo světlometů. Jednotlivé, méně exponované části stroje, jsou vyrobeny z duralu a siluminia — slitiny aluminia a křemíku.

Kvalitní benzin, petrolej, lehká nafta, nejlepší oleje na mazání, jež vyrábíme z nafty — určují životnost stroje a rychlost pohybu, sloučeniny bromu zlepšují hoření a oslabují částečně hluk motorů.

Na třicet prvků se účastní na stavbě obrněného vozu. A ještě složitější je jeho chemismus, připočteme-li k tomu ještě složení jeho zbraní. Antimon ve šrapnelech a granátech, olovo, cín, měď, aluminium a nikl v granátech, bombách, patronách a kulometných pásech, zvláště křehká ocel, hotová k explozi, složitý výběr výbušnin. Jsou vyrobeny z nafty a uhlí jako produkty jejího zpracování a mají neobyčejnou výbušnou schopnost.

Při srážce obrněných vozů a tanků se účastní boje desetitisíce tun kovu a rozmanitých chemických látek, a ti, kteří bojují — tankisti a řidiči vozů, vládou chemickými reakcemi ohromných rozměrů, se strašnou ničivou silou, s mechanickými tlaky, jež se dají odhadnout na stovky tun na jednotku povrchu.

I nejzhoubnější laviny vyvinou tlak nanejvýše 10—15 tun na čtvereční metr — nepatrné číslo ve srovnání se vzdušnou vlnou vybuchlé miny! Čím mohutnější pancíř, čím vyšší oktanové číslo benzinu, čím ničivější síla výbušnin, tím větší má bojující možnosti.

Pokusíme se o chemický rozbor nočního bombardování velkého moderního města.

Letí eskadra bombardérů a stíhaček v temné podzimní noci, aluminioví supi o váze několika tun, ze slitin aluminia: duralu, siluminia. Za nimi několik těžkých strojů ze speciální oceli s chromem, niklem a pevnými spoji z nejlepší niobové oceli; důležité součásti stroje jsou z berylliového bronzu, jiné součásti

z „elektronu“ — slitiny hořčíku s mědí, zinkem a hliníkem. V nádržích je buď speciální lehká nafta, nebo lepší druh benzinu s vysokým oktanovým číslem, které zabezpečuje rychlost letu. U řízení sedí pilot s mapou, pokrytou tabulí slídy nebo speciálního borového skla. Thoriové a radiové světelné zařízení osvětluje zelenavým světlem četné odečítací přístroje a ukazatele a pod strojem visí bomby, snadno shoditelné zvláštní pákou. Bomby jsou z lehkého a snadno se tříštícího kovu s rozbuškami z třaskavé rtuti. Kromě nich také guirlandy zápalných bomb z prášku hliníku, hořčíku a kyslíčnicku železitého.

Chvillemi tlumíce motor, chvillemi jej uvádějíce v plný chod, až se hlukem vrtulí a motorů chvějí domy a drnčí skla oken, spouštějí supové nepřítel světelné rakety na padáčcích.

Vidíme nejprve krásný žlutý plamen pomalu se spouštějící pochodně — to hoří zvláštní směs uhlí se speciálními solemi. Světlo se poznenáhlu uklidňuje a začíná přecházet v jasnou bílou zář: to se rozhořívá prášek hořčíku, stlačený se zvláštními přísadami, týž hořík, který tak často používáme pro osvětlení při fotografování, hořík s příměsí soli barya, které dává plameni zelenavý odstín.

Obrana města ovšem nespí. Na jemných ocelových lanech, která se staví do cesty útočícím letadlům, se houpají obranné balony, naplněné vodíkem. Někdy se upotřebí k těmto účelům také helium. Naslouchací přístroje zachycují zvuk motorů a určují zvukovými dálkoměry polohu útočícího letadla i skrz mlhu a mraky a vyhazují automaticky na přivítanou mihotavé žlutočervené hvězdičky, tu planoucí, tu hasnoucí, s oslepujícími látkami, v nichž soli vápníku mají přední místo. Desítky jasných paprsků světlometů protínají temnou oblohu na několik kilometrů. Zlato a palladium, stříbro a indium — to jsou kovy, jejichž záře se jiskří na duralových nepřátelských ptáčích, zachycených a potácejících se v oslepujících paprscích. Uhly elektrických lamp světlometů jsou prosyceny solemi vzácných kovů, zvaných „vzácné zeminy“. Angličtí vědci připisují speciální pro-

nikavost paprsků svých světlometů mlhami Londýna solím thoria, zirkonia a některých jiných zvláštních kovů.

K oslepujícímu světlu světelné rakety, zavěšené na padáčku, se připojuje kouřová clona. Opisující osmy nad osvětlenou oblastí vypouští letadlo protivníkové, které si vybralo místo úderu, stuhu kouřové clony ze solí titanu nebo cínu a označuje tak bombardérům cíl útoku.

Ale už směřuje proti oslepujícímu světlu raket tisíce rudých a červenožlutých zaměřovacích kul obránců města. Jejich jasné zášlehy brání letci v orientaci. V paprscích solí vápníku a stroncia ztrácí orientaci, je oslepen září světlometů a hází bomby nazdařbůh.

Hází na klidné domy po stovkách zápalné bomby v aluminiové krabici, s náplní kovových prášků hliníku, hořčíku a oxydační přísady, s rozbuškou z třaskavé rtuti v hlavičce, někdy s malým množstvím pryskyřice či nafty pro snazší zapálení. Stisknutím páky se vysmeknou ze závěsu výbušné bomby. Vzdušná vlna jejich explozí způsobí daleko větší zkázu než protipancéřová střela námořního dělostřelectva těžkého kalibru.

Zahovořily protiletadlové baterie, obrácené proti útočícím letadlům. Šrapnely a střepiny protiletadlových granátů zasypávají letadlo nepřátel. A znovu křehká ocel, antimon a výbušniny z uhlí a nafty uvádějí v činnost ničivou sílu řetězových chemických reakcí. Tyto reakce, kterým říkáme výbuch, proběhnou v tisícíně vteřiny, působíce vlnivé pohyby a mechanické údery ohromné síly.

Zásah. Křídlo bombardéra s těžkým nákladem zbylých bomb letí k zemi. Vybuchují benzinové a naftové nádrže, explodují neshozené bomby, mohutné letadlo se mění v hromádku beztvárného kovu.

„Fašistické letadlo sestřeleno,“ hlásí krátká zpráva v tisku.

„Mohutná chemická reakce skončila a chemická rovnováha obnovena,“ — můžeme říci jazykem chemie.

„Další úder fašistické smečky, její technice, životní síle a nervu“ — říkáme my.

Vzdušného boje se zúčastnilo více než 46 prvků — přes polovinu Mendělejevovy tabulky.

Ale ještě jsem neskončil svůj chemický obraz války. Válka zuří nejen tam, kde je bitva, spojuje nerozlučně tyl s frontou, zaměstnává všechna odvětví průmyslu ve službě armády. Daleko v tylu je továrna na výrobu kyseliny sírové — hlavního nervu průmyslu výbušnin. Takové továrny tvořily dlouhý řetěz v Porýní v Německu a stejně tak byly rozloženy podél polských hranic.

Statisíce tun kyzu, bohatého na síru, je potřebí pro závody na kyselinu sírovou. Speciální zařízení jsou tu vyrobena z olova nebo slitin niobu. Nádrže z nejčistšího křemitého skla, vzdorující kyselině, katalysátory z vanadu či platiny — to je nepatrná část toho velmi složitého chemického zařízení, ale bez něho nemůže pracovat ani jeden závod na výrobu kyseliny sírové, bojová jednotka chemické výroby, dodávající kyselinu sírovou na výbušniny, selen pro fotobuňky a měď a zlato ve svých odpadech.

A tady je továrna na granáty. Opracování ocelových jader potřebuje tvrdé nože z wolframové či molybdenové zakalené oceli. Lepší druhy smirku, korundového prachu, jemného cínového prachu, chromového nebo železného prášku užívají se na leštění odpovědných částí. Nikl, měď, bronz, hliníkové slitiny se upotřebí na jednotlivé části. Když je granát hotov, začíná nová kapitola jeho chemického vyzbrojení: příprava na výbušnou chemickou reakci, naplnění chemickými sloučeninami. Je třeba nejrůznějších látek, je třeba, aby neustále pracovala dílna nebo závod, aby byl závit granátu, bomby či miny přesný, aby pracoval bezvadně úderný mechanismus nebo časování v mině.

Ale vítězství se připravuje nejen ve vojenských závodech a dílnách, v továrnách na granáty. Připravuje se po celé zemi v neúnavné práci celé vlasti, počínaje dělníkem u ponku, kolchozníkem u traktoru či kombajnu a konče vědcem v laboratoři.

Nezapomeneme historická slova, vyslovená V. I. Leninem v roce 1919: „Ten zvítězí ve válce, kdo má více rezerv, více zdrojů síly, více houževnatosti v lidových vrstvách.“

Minulost a budoucnost geochemie

Z HISTORIE GEOCHEMICKÝCH IDEJÍ

Nechci, aby si čtenář myslel, že všechno známe, že už jsou všechny prvky objeveny. Nechci, aby se zdálo, že jsme svých poznatků nabyli snadno, že věda o chemickém složení hmoty vyrostla sama od sebe, bez bojů a hledání, bez dlouhé a vytrvalé práce.

Ne, přátelé — minulost vědy nás učí, že po mnoho staletí bojovalo o její poznatky tisíce lidí, že bloudili, hledali nové cesty, pracovali dnem i nocí v podzemních laboratořích, bojovali proti nepochopení, útlaku církví a klášterů, zápasili o pochopení přírody. A toto pochopení nepřišlo najednou.

Jednou jsme stáli na břehu jezera Vudjavr na poloostrově Kole. Před námi leželo město a silnice, po které projížděly automobily. A já mohl jen stíží donutit svou představivost k tomu, aby vykreslila obraz divoké a nehostinné tundry, téměř bez života, studené — jak jsem ji poprvé viděl teprve před deseti lety.

Příchozí, který tu viděl před sebou lidnaté město, silnice, nákladní auta, kraj osídlený lidmi, nemohl si představit, že tu ještě nedávno byla němá tundra. Vzpomněl si na badatele, kteří tu před několika lety bloudili po zapadlých stezkách a hledali rudy? Vzpomene si na to, jaká těžká strádání a obtíže stál nález bohatství, skrytého v drsné tundře, aby tento kraj ožil?

Tak je to i ve vědě. Při studiu výsledků dnešní vědy, při pohledu na dobyté výšiny a omamné perspektivy blízké budoucnosti zapomínáme na to, jak těžce a pomalu, s obětmi a ztrátami byly vyčištěny pralesy nevědomosti a nevzdělanosti.

Věda, která se jmenuje geochemie, je historií prvků naší planety. Mohla být s konečnou platností vybudována teprve v poslední době, kdy se uskutečnilo pochopení o atomové stavbě hmoty, kdy věda hluboko pronikla do stavby atomu a vyjasnila v hlavních rysech jeho strukturu. Jaké síly myšlenky bylo třeba k tomu, aby byl takový Lomonosov nezvratně přesvědčen nejen o existenci atomů, nýbrž i o jejich vnitřní struktuře, která určuje jejich vlastnosti, aby takový William Prout, anglický lékař, mohl předpokládat, že jsou všechny prvky vybudovány z vodíku!

Ještě jasněji vyslovil tuto myšlenku astronom John Herschel: „Totožnost všech atomů téže látky dává jim charakter továrních výrobků a vylučuje myšlenku o jejich věčnosti a nezávislé existenci.“

Od jednoty kvalit k jednotě vývoje — takové je zvláštní tušení největších vědců, kteří se přimkli k přísnému a důslednému myšlení.

Historie geochemie, jež vznikla ze základů mineralogie, není ještě napsána, není pro ni ještě sebrán ani základní materiál.

A přitom není zajímavější úlohy než pokoušet se v hlubinách staletí vyhledat u řeckých filosofů či u Arabů první záblesky dnešních představ o nerostech a jejich složení.

Vznik moderní geochemie se klade na začátek XX. století. V širším smyslu ovšem geochemické postřehy, týkající se pochopení prvků, složení nerostů, ukazatelů rudných žil — existovaly a rozvíjely se už v posledních třech, čtyřech stoletích.

Nahlížejíce do prehistorie dnešní geochemie musíme se nejdříve zastavit u alchymistů, oněch prvních hledačů pokladů a přírodních tajemství, kteří svou prací položili základ současné chemii.

Obyčejně si pod alchymií představujeme umění vyrábět zlato z rozmanitých jiných kovů. Středověcí alchymisté se vskutku houževnatě zabývali hledáním cesty, jak změnit obyčejné kovy na stříbro či zlato. Ale neřešili jen tyto otázky. Alchymisté se zabývali hlavně syntesou, snažili se získat nové látky z látek

již známých. Zabývali se také hledáním léčivých prostředků a „kamene mudrců“.

Alchymisté znamenali ohromný přínos pro rozvoj chemie, protože prováděli nekonečná množství různých pokusů a sebrali velký materiál k chemickému poznání zemin, solí a kovů. Třebaže jejich základní myšlenky byly nesprávné, dosáhli skvělých výsledků. To proto, že se objevila věda, která promluvila jazykem faktů.

Tak Brand se domníval, že životní síla organismů dovede obracet jeden kov v druhý. Tuto životní sílu hledal v moči zvířat a to jej, jak víme, přivedlo k objevu fosforu.

Velmi pěkně psal o alchymistech skvělý filosof Leibniz: „Jsou to obvykle lidé velké představivosti a smělí pokusníci, ale je u nich nesouhlas mezi představou a zkušeností. Jsou živi jen nadějí, a to je vede k zániku nebo v nejlepším případě na všeobecný výsměch. A přece takoví lidé znají z vlastních pokusů a poznatků často více přírodních fakt než nějaký vážený učenec.“

Hledání rud, jejich zpracování a získávání kovů i slitin nesporně podporovalo myšlenku o pravidelném současném výskytu prvků. Při tom vznikla pravidla lásky a nenávisti rozličných látek, a to byly první geochemické zákony, které dosud neztratily na důležitosti. Také mineralogie a nerosty byly poznávány touto cestou; vědy o užitkových horninách tehdy nebylo.

V tomto ohledu jsou zvláště zajímavá pojednání arabských a později i španělských myslitelů o otázkách hornictví. Nacházíme v nich poukazy na společný výskyt jednotlivých nerostů v přírodě.

Tak Luka Ben-Serapion v díle „Kniha o kamenech“, které bylo vytištěno v XVI. století, mluví o tom, že „jsou kameny, jež se nacházejí pohromadě s druhými, jsou i kameny, jež od druhých utíkají; kameny, které se druhými mění, stejně jako kameny, jež druhé zbarvují.“

Geochemické ideje XVIII. století dostaly jasný výraz v pracích „O stavbě zemských vrstev“ a „O vzniku kovů“ geniálního rus-

kého vědce M. V. Lomonosova (1711—1765). Lomonosov první stanoví základní fakt mineralogie, že kovy a nerosty žijí, že se účastní dění v neústrojné přírodě, mizí a mění se ve druhé. „Kovy putují s místa na místo“ — byl jeho geniální závěr. Dal základ novým, dynamickým představám o nerostech jako o zplodinách života zemské kůry, představám, které byly ve XX. století položeny do základů geochemie. Lomonosov se dívá na atomy ne jako na apriorní filosofický pojem, nýbrž jako na tělesa, jež skutečně v přírodě existují, ovšem tak malá, že nemohou samostatně působit na naše smysly. Pojmenoval je případně „nepostřehnutelné částice“.

Podle mínění M. V. Lomonosova je chemie nemožná bez poznání atomů a molekul a k této myšlence se vrací v řadě svých spisů. Je rovněž přesvědčen, že atomy mají složitou vnitřní strukturu, která určuje jejich vlastnosti. „Ve tmě musejí tápat fysikové a hlavně chemici, neznajíce nitra nepostřehnutelných částic těles. Bude-li jednou toto tajemství odhaleno, chemie tu bude první průvodkyní, první odkryje oponu nejsvětější svatyně přírody...“

Sto let po Lomonosovovi, v roce 1841, bylo prvně vysloveno slovo „geochemie“ švýcarským chemikem Schönbeinem (1799—1868), který napsal:

„Již před několika lety jsem veřejně řekl své přesvědčení, že musíme mít nejprve geochemii, dříve než budeme moci mluvit o geologické vědě, která si musí všímat chemického složení hmot, tvořících povrch zemský.“ A tak byl už více než před sto lety po prvé stanoven pojem geochemie.

A tu nám opět vypráví historie vědy, jak nové úspěchy a nové pochopení bylo podmíněno předcházejícím rozmachem myšlenky. Ve slovech Lomonosova i Schönbeina vidíme pronikavá pochopení úlohy chemického procesu — jejich pozornost zaujaly ne ztuhlé soustavy prvků, skládajících zemi, nýbrž věčně proměnlivý život Země jako celku.

K tomu, aby mohly být rozsáhlé chemické zákonitosti zevše-

obecněny v geochemické zákony, aby se z geniálních dohadů změnily v pevně stanovená a prokázaná vědecká fakta, bylo potřebí dlouhé a úmorné práce nad fakty. Velká zásluha v tomto směru patří velkému ruskému vědci Dimitriji Ivanoviči Mendělejevu (1834—1907), který objevem zákona o periodičnosti vlastností prvků postavil na pevný základ do té doby neplodnou myšlenku o jednotnosti stavby celého vesmíru.

D. I. Mendělejev jako chemik-vědec začíná svou dráhu v padesátých letech XIX. století, kdy se začal energicky rozvíjet ruský průmysl. D. I. Mendělejev miluje vřele svou vlast, neisoloval se od praxe a zabýval se jí se vši energií své povahy.

Píše o využití nafty, o jejích zásobách a původu, nalézá složení bezdýmného prachu, odhaluje tak francouzské tajemství, studuje možnosti rozšíření železářského průmyslu. Důležitou výmohou v oblasti theoretické chemie bylo nesporně objevení periodického zákona, které udělalo Mendělejeva známým po celém světě.

Periodický zákon ukázal hned nové cesty rozvoje chemie, byl proto hned uznán a přinesl Mendělejevovi světovost a slávu. Mendělejev předpověděl nové prvky, opravil atomové váhy a dal správné formulký četným sloučeninám.

Mendělejev přirovnal první atomy k nebeským tělesům—hvězdám, slunci a planetám, a upozornil na to, že stavba atomu se shoduje se stavbou nebeského systému, se stavbou sluneční soustavy či dvojhvězd. Pro geochemii se stal periodický zákon základem, jež umožnila soustavné studium zákonů slučování prvků v přírodních podmínkách.

V roce 1908 uveřejnil v Americe F. W. Clarke práci: „Data of Geochemistry“. Clarke se po 36 let zabýval sbíráním chemických analys hornin a nerostů a ve své knize kriticky zpracoval důležitý faktický materiál, provedl obecné závěry o průměrném chemickém složení rozmanitých hornin a celé zemské kůry jako celku. Ale Clarke se nedíval na svá fakta jako na prostředek poznání zemských procesů vcelku. Myšlenka o tom, že příroda kolem nás

je částí věčně pracující laboratoře vesmíru, kde nejen fyzické síly, nýbrž i složité jevy života a působení hospodařícího člověka vedou ke stálým proměnám různých reakcí, kde se na každém kroku dají pozorovat chemické změny vesmíru, — tato myšlenka patří ruským vědcům.

Zazněla po prvé v r. 1912 v Moskvě, kde na Lidové universitě Šanjavského začal mladý profesor A. E. Fersman přednášet novou vědu — geochemii. Řekl tehdy: „Musíme být chemiky zemské kůry. Musíme studovat nejen rozšíření a vznik nerostů, těchto dočasně pevných kombinací prvků, musíme studovat i samotné prvky, jejich rozšíření, jejich přeměny, jejich život.“ „Musíme se naučit vyčíst fyzikální a chemický život Země ve formulaci nové fyziky a nové chemie, vyprávět geologické a geochemické osudy Země ne jazykem staré popisné vědy, nýbrž jediným, pro celou přírodovědu společným jazykem zákonů atomu.“

Velký vliv na rozvoj geochemie měli také norští vědci Vogt a V. M. Goldschmidt. Goldschmidt položil základy moderní chemie krystalu a dokázal mnoho v oblasti studia geochemie hlubokých obalů zemské kůry.

Dnešní obsah geochemie, vědy, která podává historii atomů v zemské kůře a celém vesmíru, byl jí dán houževnatou prací ruských vědců, hlavně akademika V. I. Vernadského a A. E. Fersmana, kteří jsou vlastně zakladateli této vědy v dnešním slova smyslu.

V pracích ruských vědců se geochemie všestranně rozvíjela a vyzdvihla současně s theoretickými problémy také úkoly čistě praktické. To dalo začátek geochemickému studiu jednotlivých oblastí (geochemická geografie) a stanovilo vztah mezi geochemií a životními procesy (biogeochemie).

Akademik V. I. Vernadskij, slavný ruský mineralog a geochemik, se narodil v roce 1863. Vědecká činnost Vernadského je velmi různá a rozsáhlá. Zvláště důležitá jsou jeho studia o silikátech, které tvoří převážnou většinu zemské kůry a o uhlíku,

prvku, který tvoří základ živé hmoty. Vybudoval hlavní odvětví geochemie — biogeochemii.

Základy geochemie byly skvěle nastíněny akademikem V. I. Vernadským v roce 1924 v jeho „Nárysu geochemie“, který byl mnohokrát přeložen do cizích jazyků.

Zabývá se všestranně zjevy radioaktivity, vytvořil V. I. Vernadskij zároveň s akademikem V. G. Chlopinem radiový ústav, kde byla vypracována přesná metoda určení doby vzniku hornin podle olova a helia a kde bylo určeno stáří mnoha ruských hornin. Vykonal mnoho pro plánování a podrobné studium přírodního bohatství SSSR. Pod jeho vedením bylo vydáno mnoho prací v serii „Přírodní výrobní síly Ruska“. V. I. Vernadskij zemřel v r. 1945.

V posledních 10—15 letech se zabývá geochemií stále rostoucí okruh vědců a geochemie se značně rozrostla. Geochemii solí prostudoval důkladně akademik N. S. Kurnakov se svou školou. Migrací prvků v krvi živočichů (mědi, vanadu) se zabýval J. V. Samojlov.

Žák V. I. Vernadského, autor této knihy, akademik A. E. Fersman (1883—1945) byl skvělým ruským mineralogem, jedním ze zakladatelů geochemie. Moderní geochemie je spjata s jeho jménem. První v dějinách této vědy přednášel geochemii v Moskvě 1912. V letech 1933—1939 byly vydány 4 díly „Geochemie“ A. E. Fersmana. Je to první monografie, která se snaží osvětlit v celé šíři otázky geochemie. Autor vytrvale dokazuje, že při studiu přírodních chemických pochodů je třeba zároveň se studiem chování nerostů sledovat i chování prvků, z nichž je složen.

„Je-li nerost jen etapou v dlouhém procesu, není správnější vzít za jednotku pro výzkum ne nerost, nýbrž jeho součásti, ona v našich podmínkách neměnná tělíska, kterým říkáme prvky? Od staré mineralogie s jejími předměty bádání, nerosty, přejdeme k mladé geochemii, jejímiž jednotkami jsou prvky.“

Fersman dal skvělé ukázky geochemických method v praxi. Na

počátku roku 1921 organisuje A. E. Fersman za těžkých severských podmínek výpravy do Chibinské a Lovozerské tundry a objevuje novou pokladnici užitečných rud.

Fersman píše o těchto výzkumech: „Mezi vším prožíváním minulosti, mezi různými obrazy přírody, člověka, hospodářství byly v mém životě nejjasnější dojmy z Chibiny — celého vědeckého eposu, který skoro dvacet let zaplňoval všechny mé myšlenky, sílu a energii, ovládl celý můj život, zostřil vůli, vědeckou myšlenku, přání, naděje. Jen houževnatostí, umíněností, jen velkou prací jsme mohli na Chibinách dobýt nějaké výsledky, v této zemi zázraků, která nám jako v pohádce otvírala své poklady.“

Fersman dne 20. května 1945, po vítězném konci války, skonal v Soči na kavkazském pobřeží předčasně, zničiv své zdraví námahami na vědeckých expedicích. Oddaní jeho spolupracovníci dokončili tuto knihu a snažili se psát tak, jak ji započal jejich nezapomenutelný druh a učitel.

Mnoho žáků V. I. Vernadského a A. E. Fersmana pokračuje v práci a rozvíjí mladou sovětskou vědu — geochemii.

JAK SE DÁVALA JMÉNA PRVKŮM A NEROSTŮM

To je otázka, která by nás všechny měla zajímat. Vždyť to není tak lehké, pamatovat si stovky a tisíce různých jmen prvků, minerálů a hornin. Kdybychom znali smysl každého názvu, bylo by zapamatování snazší.

Možná, že některému čtenáři přišla do ruky má knížka „Vzpomínky na nerosty“, kde vypravuji zábavnou povídku o tom, jak se dávala jména novým nerostům a novým stanicím Kirovské železnice. Zvláště jsme se tam smáli železničářům, kteří pojmenovali třeba stanici Afrikanda jen proto, že tam přijeli za velmi

horkého dne. Jiná stanice se jmenovala Titan, třebaže daleko široko nebylo ani stopy po rudách tohoto kovu.

Musíme však uznat, že to takhle prováděli nejen naši staří železničníři, dělají a dělali to i chemici a mineralogové, objeví-li něco nového. Každý dá jméno, jaké chce a teď si musíme pamatovat přesně tyto názvy. Co se týče prvků, je jich známo všeho všudy ke stovce a pro ty se musela vymyslet jména.

Daleko složitější to je v mineralogii, kde už teď známe na 2000 nerostů a každý rok se objevuje 20—30 nových.

Nejdříve si probereme jména chemických prvků, které jsou základem celé chemie. Z prvních písmen jejich názvů v latině byly též sestaveny jejich chemické značky: Fe — ferrum — železo, As — arsenicum — arsen atd.

Chemici často a rádi jmenovali objevené prvky jménem země a města, kde byly objeveny, nebo kde bylo po prvé nalezeno složení dané látky. Proto snadno chápeme názvy jako europium, germanium, gallium (od starého jména Francie — Gallia), skandium od Skandinávie; ty si snadno zapamatujeme, ale horší to je s druhými jmény, v nichž jsou použita všelijaká starožitná jména zemí a měst. Leckdy je opravdu těžko uhodnout, odkud ty názvy vzešly.

Když na př. v roce 1924 objevili v Kodani nový prvek, nazvali jej hafnium, podle starého, málo známého jména hlavního města Dánska. Podobně lutetium dostalo jméno podle starodávného jména Paříže. Kov thulium dostal jméno podle starého jména pro Norsko a Švédsko.

Kov ruthenium, který našel v ruské Kazani chemik P. Claus, dostal jméno na počest Ruska, ale bohužel mnozí lidé a dokonce i zkušení chemici, těžko uhodnou, že má ruthenium co dělat s Ruskem.

Zajímavé je to, co se stalo s živcovou šachtou u Stockholmu ve Švédsku: pegmatitová žíla v Ytterby dala množství nových prvků a podle ní dostaly jméno ytterbium, yttrium, erbium a terbium.

Mnoho názvů bylo dáno prvkům podle jejich chemických a fyzikálních vlastností. To by se zdálo účelnějším, ale tyto názvy jsou pochopitelné a snadno se zapamatují jen těm, kdo znají dobře starořečtinu či latinu.

Protože celá řada prvků byla objevena podle barevných čar ve spektroskopu, dostaly jména po barvě těchto čar: indium podle modré čáry, cesium podle azurově modré, rubidium podle rudé, thallium podle zelené.

Jiné prvky dostaly jméno podle svých solí, na př. chrom od řeckého „barva“, díky jasné barvě chromových solí, či iridium podle pestrého obrazu měnlivých barev solí tohoto kovu.

Mnoho chemiků se zabývalo astronomií a pojmenovalo své prvky podle planet či hvězd. Odtud jsou názvy uranu, palladia, ceru, telluru, selenu, helia. Jen poslední název má ještě hlubší smysl, protože helium (helios — slunce) bylo po prvé nalezeno na slunci.

Ještě větší množství jmen bylo dáno na počest bohů či bohyň starověku. Tak vanad byl pojmenován na počest bohyně krásy, kobalt a nikl — škodliví soupeřníci stříbrných rud, dostaly jméno od zlých gnomů, kteří jako by ožili v saských šachtách.

Jména tantal, niob, titan a thorium byla bez hlubších důvodů vzata ze jmen prastaré mythologie. Antimon pochází pravděpodobně od řeckého slova, které znamená „květy“, protože krystaly leštěnce antimonového se kupí do svazků, které připomínají úbory složnokvětých rostlin.

Daleko menší pozornost byla věnována velkým badatelům, na jejichž počest byl nazván prvek gadolinium. Jméno samaria pochází od nerostu samarskitu, pojmenovaného na počest plukovníka Samarského. Ruthenium a samarium jsou dva kovy, jejichž název má ruský původ.

Připomeneme si jen letmo všechny ty složité a málo promyšlené názvy asi třiceti prvků, které mají v kořeni jména starobylá arabská, indická či latinská slova. Na třicet jmen prvků je vzato ze staré arabské a indické literatury. Mnoho sporů je o původ

jména zlata — aurum, olova — plumbum, arsenu — arsenicum a jiných. Konečně čtyři nové, zauranové prvky — č. 93 neptunium Np, č. 94 plutonium Pn podle jmen planet, č. 95 americium Am podle Ameriky, 96 Curium na památku Marie Curie.

Vidíte, jaký je tu chaos a nepořádek. Řecké, arabské, indické, latinské, slovanské kořeny, bohové, bohyně, hvězdy, planety, města, země, rodinná jména — často bez jakéhokoli pořádku a hlubšího smyslu.

Byly sice pokusy zavést nějaký pořádek do systému jmen prvků, ale je jich tak málo, že to nestojí za to se tím zabývat. Jinak je to ovšem u jmen nerostů.

Tady musí geochemik a mineralog změnit svou praxi od základu. Vždyť se každým rokem musí pojmenovat přes 25 nerostů; je možné připustit, aby sloučeniny jako laurit byly pojmenovány podle nevěsty chemikovy — Laury, aby celá řada nerostů byla pojmenována z věrně poddanských citů na počest různých knížat a hrabat, kteří neměli vůbec žádný vztah k nerostům — na příklad uvarovit. Konečně některé názvy jsou tak podivné, že je můžeme jen stěží vyslovit. Tak amparangabeit, nazvaný podle kraje, kde byl na Madagaskaru nalezen.

Názvy nerostů — to je velmi zajímavá stránka z dějin mineralogie a chemie. Dosud je původ mnoha názvů zcela neznámý, mnoho z nich má kořeny v staré Indii, Egyptě, Persii. Staré Řecko nás obdařilo topasem, Východ safírem a turmalínem.

Množství nerostů bylo pojmenováno podle nalezišť. Tak sovětským lidem jsou dobře známé a pochopitelné názvy ilmenit (podle Ilmenských hor na Jižním Uralu), bajkalit podle jezera Bajkalu. Ale pro Rusy je nejzajímavější jméno svázané s Moskvou — je to moskovit či muskovit, znamenitá draselná slída, která má velkou důležitost v elektroprůmyslu.

Mnoho jmen je dáno na počest známých badatelů, velkých chemiků a mineralogů. Vzpomeneme na scheelit podle švédského

chemika Scheela, goethit podle mineraloga a básníka Goetha a nám dobře známé mendělejevit a vernadskit.

Zdařilá jsou i jména podle barvy nerostu, ale tu se musí pro pochopení názvu znát latina a nejčastěji řečtina. Takové jsou na př. názvy akvamarín (barvy mořské vody), auripigment (zbarvení zlata), leucit (od řeckého leukos — bílý), kryolit (od řeckého názvu ledu), celestin od latinského coelestis — nebeský.

Mnoho názvů je od chemických či fyzikálních názvů vlastností nerostu, tak na př. leštence podle lesku. Některé se jmenují podle prvků, které tvoří jejich hlavní složku: fosforit, kalcit, wolframit, molybdenit a jiné.

Ale je tu celá řada jmen zvlášť zajímavých. S některými jsou spjaty celé legendy.

Nefrit dostal jméno od toho, že jeho práškem se léčily bolesti ledvin. Fenakit — lživý — pojmenován proto, že se jeho krásná vínově červená barva zničí na slunci za několik hodin. Apatit znamená podvodník, protože je těžko jej rozeznat od druhých nerostů, a ametyst má konečně jméno ještě ze středověku, kdy mu připisovali tajemné vlastnosti: mírnit milostné vzplanutí a chránit od opilství.

Z toho všeho je vidět, jak rozmanitá a zapletená jsou jména nerostů. Není možno zavést pořádek do toho? Cožpak se nemůže sejít nějaká mezinárodní komise, která by potvrzovala názvy nových nerostů a starala se o to, aby jména nerostů odpovídala jejich vlastnostem, aby se dala snadno zapamatovat, aby názvy měly jakýsi systém, který by klasifikoval stovky a tisíce druhů minerálů?

Doufáme, že nastane doba, a to velmi brzy, kdy mírová práce ovládne celý svět, kdy problémy vědy a vědecké práce povládnu všem, upevní hospodářství a průmysl, vybudují nový, šťastný, svobodný život.

V pyšném rozkvětu chemie a geochemie se najde místo i pro náš skromný námět: zamyslet se nad tím, aby se studenti nemu-

čili dlouhými, těžko zapamatovatelnými, nepochopitelnými názvy, aby se postavila věda taková, která by harmonicky a jasně uložila do mozku těch, kdo studují, každé nové jméno kamene, živočicha, rostliny, aby každé nové jméno bylo těsně spjato s význačnými vlastnostmi věci.

CHEMIE A GEOCHEMIE DNES

Žijeme na přechodu od doby železné do doby chemie. Starý kov se začíná vyměňovat nebo slévat s celou řadou vzácnějších kovů.

Složité sloučeniny křemíku ve skle, porcelánu, cihlách, betonu i strusce vyměňují staré konstrukce.

Ústrojná chemie — chemie uhlíku — dosáhla za poslední léta ohromných úspěchů, velké chemické závody už zaměnily rozsáhlé plantáže indigové a brzy zamění i plantáže kaučuku. V těchto továrnách se bude vyrábět syntetický kaučuk a barvy z uhelných odpadů, které už nyní nejen úspěšně nahrazují přírodní rostlinné barvy, ale dávají značně širší barevnou stupnici.

Celý svět jde vskutku cestou chemie ve vědě, hospodářství a v životě, „chemisace“ proniká do všech odvětví hospodářství, do všech koutů našeho všedního života, do všech zákoutí složitého aparátu průmyslové výroby.

Je pochopitelné, že současně s chemisací jde stále podrobnější studium přírodních bohatství, surovin, potřebných pro průmysl a hospodářství.

Geochemie se často splétá přitom s chemií a někdy je těžké oddělit obě disciplíny. Proto je jednou z nejdůležitějších otázek problém rozmachu chemického studia, které by zahrnulo všechna odvětví chemických věd.

Vybudování speciálních výzkumných ústavů a laboratoří — to je dnes základem rozvoje chemického průmyslu. Vzpomínáme s vděčností na slova skvělého učenice Pasteura: „Prosím vás,

abyste měli větší pochopení pro svatyně, kterým říkáme laboratoře. Starejte se, aby jich bylo více, aby byly lépe vybaveny. Vždyť jsou to chrámy naší budoucnosti, našeho bohatství a blahobytu.“

Po velké Říjnové revoluci se v Sovětském svazu dostala značně dopředu výstavba výzkumných ústavů v oboru chemie. Byly vybudovány mohutné výzkumné chemické ústavy. Všecky tyto ústavy pracovaly vlastně také i v geochemii. Jedny rozvíjely úspěšně technologii zužitkování hliníkových rud, druhé řešily problémy zužitkování boru a jeho karbidů, třetí rozvíjely široce bádání v oboru studia solí našich ložisek a ve studiu vzácných prvků, vzácných zemin, platiny, zlata, niobu, tantalu, niklu a jiných.

Geochemický ústav Akademie věd, vybudovaný na široké základně geologických problémů, vzal si za úkol mnoho výzkumných prací a jejich výsledkem byly základy kolektivní myšlenky geochemie naší vlasti.

Ale stejně důležitým úkolem jako vybudování výzkumných ústavů je pro upevnění geochemie a chemie v Sovětském svazu práce vědeckých společností a činnost vydavatelská.

V Mendělejevské společnosti, pokračující v slavné tradici Ruské fysikálně chemické společnosti, šíří se výsledky nejnovějších chemických výzkumů. Tato společnost spojuje ve svých pracovních a pobočkách několik tisíc lidí.

Geochemie dosáhla všeobecného uznání a geochemické myšlenky pronikají do všech vědeckých prací o užitkových rudách. A hlavní výzbrojí ústavu je přitom jeho vydavatelská činnost.

Jeden z našich chemiků zjistil, že bylo v posledních třiceti letech vytištěno v časopisech více než milion referátů o výzkumných pracích v oboru chemie, při čemž v posledních letech dosahuje počet chemických vědeckých prací 60—80 tisíc. Abychom se mohli orientovat v této ohromné literatuře, máme zvláštní časopisy, které referují o všech publikacích na celém světě, tištěných ve 31 jazycích, a asi 3000 časopisech chemických. My uveřejňu-

jeme dosud jen nedostatečně ohromnou badatelskou práci, která se provádí v našich chemických a geochemických ústavech.

Mluvíme-li o těchto mnoha výzkumech posledních let, nesmíme zapomenout, že se zdrcující většina z nich týká sloučenin uhlíku, mnoho jich se týká jen technických problémů a jen asi 2 % prací se blíží k problémům geochemie, k otázkám studia hmoty v zemské kůře, jejího rozšíření, migrace, jejího slučování a tvoření ložisek, ze kterých pracuje náš průmysl.

Současné s růstem vědecké práce výzkumných ústavů, práce vědeckých společností a vydavatelské činnosti počaly se rýsovat základní úkoly chemických věd. Třebaže už uplynulo skoro 200 let od smrti Lomonosova, může být ještě dnes postaven do základů chemické práce první odstavec předmluvy k jeho přednáškám o fyzikální chemii z roku 1751: „Studium chemie může mít dvojí cíl, jedním je zdokonalení přírodních věd, druhým je zvýšení blaha v životě.“

A vskutku, chemie společně s fyzikou nejen zdokonalila přírodní vědy a objevila základy přírody, neviditelné oku; věda a technika dokázaly objasnit různost atomů, které budují svět. Chemie překlenula také most k technologii a průmyslu, dokázala objevit na 50 tisíc sloučenin různých prvků — nepočítáme-li organické sloučeniny, kterých bylo zjištěno na milion. Hranice vzniku nových a nových sloučenin, které dostaneme v laboratořích, jsou nekonečné.

Jak jsou velkolepé tyto cifry ve srovnání s oněmi 2500 sloučeninami, jež známe v neústrojně přírodě! A přece hlavně příroda nás začala učit chemickým vědám. Je základem našeho průmyslu. Nerostné suroviny určují směr práce chemických laboratoří a myšlenka o složení hmoty a postupu chemických reakcí byla vybudována na základě přírodních jevů.

Proto tedy překlenula geochemie most mezi chemií a geologií. Dokázala nejen rozřešit s krystalografií stavbu krystalů, nýbrž určila také sama cesty vývoje průmyslu, studující vlastnosti a zásoby nerostných surovin světa.

Tak se spojil řetěz vědeckých disciplin od geologie po geochemii, od geochemie k vlastní chemii a k fyzice. A konečným článkem tohoto řetězu je pro všechny vědy nejen pokrok přírodních věd, jak říkal Lomonosov, ale i vytvoření a znásobení těch blažeností života, pro které se namáhá a pracuje člověk.

A proto se druhý problém, vytvoření nových hodnotných látek a ovládnutí surovin pro národohospodářství, stal ohromným základem podnětem. Technologie se těsně semknula s geochemií, studující vlastnosti rud a solí, objasňující rozšíření vzácných prvků, hledající cesty nejlepšího a nejplnějšího zužitkování našich hlubin.

Spolupráce chemie, geochemie a technologie nás přivedla k tomu chemickému průmyslu, který připravuje nástup věku chemie místo věku železa.

Nebudeme déle unavovat výčtem výhod, které lidem přinesl a ještě přinese rozvoj chemie. Mluvili jsme o tom už dříve, když jsme psali o historii atomu v dějinách lidstva, a vrátíme se k tomu i v příští kapitole, kde se pokusíme načrtnout obraz budoucnosti naší vědy a jejích výsledků.

Nás teď zajímá něco jiného: jaký je a má být badatel, ten, kdo povznáší vědu, buduje vědecké laboratoře a dobývá jimi svět kolem nás. Jde o chemika dneška.

Chemici minulých století brali z hornin jednotlivé látky, prvky, a studovali je ve svých laboratořích — vně svazku, který je pojí se vsí přírodou. Nyní byl člověkem odhalen svět jako složitá soustava, kde všechny jednotlivé složky jsou těsně svázány navzájem, kde se jako v ohromné laboratoři srážejí, podporují a potýkají rozmanité síly, kde na jednom místě látky vznikají jako výsledek těchto zápasů jednotlivých atomů, elektrických a magnetických polí, a na jiném místě se rozpadají.

Svět je ohromná laboratoř, kde vše zapadá do sebe jako ozubená kola na stroji. A nový chemik, který přišel vystřídat starého laboratorního poustevníka, se dívá novým způsobem na každý atom, spojuje jeho osud těsně s osudem celého světa. Proto se také sblíží chemie s geochemií.

Úkoly vědce se nyní změnily: nestačí už popisovat jednotlivé jevy, jednotlivá fakta přírody, nestačí výsledky pokusů v laboratoři. Studuje hmotu — to značí, že musí pochopit, jak látka vznikla a jaký bude její další osud.

Nestačí mu široké úvahy filosofa o přírodních zákonech, musí je studovat v jejich dějinném sledu a v souvislosti s ostatními jevy, musí je zasadit do celé složité souvislosti všech věcí.

Svět přestal být pro vědce krásným obrazem, který může bezstarostně kreslit či fotografovat, ale stal se tajemnou zemí, kterou musí dobývat a podrobovat své vůli. Nový badatel nesmí být řemeslníkem ve své laboratoři, nýbrž tvůrcem nových idejí, rodících se v boji s přírodou o vládu nad světem.

Chemik musí stejně jako astronom dovést předvídat: jeho pokus není řadou náhodných reakcí v křivulích laboratoří, jeho pokus se rodí jako plod tvůrčí myšlenky, vědecké obraznosti a hlubokých úvah. Dnešní chemik musí chápat, že se vítězství vědy nedaří najednou, ale roste postupně dlouhým ověřováním jednotlivých myšlenek, rodí se jako výsledek hledání celých pokolení, často je poslední kapkou, která přeplní sklenku.

Hle, proč se tak často v moderní vědě daří objevy současně v různých zemích, proč se rodí největší vymoženosti světa v mozech vědců téměř v týž rok? Úspěch práce je v umění pozorovat a sbírat fakta. V chemii je to jeden z důležitých úkolů kolektivu. Musíme si přiznat, že badatelé, strženi nějakou teorií, krásnými frázemi či zevšeobecněním přestávají hledat, přestávají pátrat v přírodě právě po tom nejasném, po tom, co nesouhlasí se starými představami — což je sice obtížný, ale právě nejdůležitější úkol vědy.

Ať se mnozí domnívají, že se na objev narazí náhodou, že Roentgen zpozoroval náhodou na svétélkující ploše působení Roentgenových paprsků, že jen náhodou objevil badatel v dálné Sibíři velkolepá ložiska uhličitánu manganatého. A přece to není nic jiného než dokonalé umění vidět něco nového.

Kolik badatelů prošlo v minulých letech kolem bílých hornin,

pokládajíce je za obyčejné vápence; zkusili je kyselinou solnou, zjistili, že šumí — a šli dál. A přece si mohli všimnout, že jsou tyto bílé horniny pokryty v puklinách i na povrchu místy černou kůrkou a že tento povlak není něco vedlejšího, že vlastně vzniká z bílého kamene. Tak byla nalezena ohromná manganová ložiska Sibíře. Nebyla objevena náhodou, nýbrž tohoto objevu bylo dosaženo hluboce badatelským postřehem, znalostí fakt.

V tomto umění postřehu je ještě jedna stránka, kterou vystihl Lomonosov. Říkal, že „z pozorování musíme stanovití theorii a theorií opravovat pozorování“. Měl zcela pravdu, protože každé pozorování, přesné a propracované, se rodí z theorie a každá theorie má jen tehdy smysl, je-li stavěna na velkém množství přesně pozorovaných a popsanych fakt.

Proto můžeme mluvit o tom, jaký má být opravdový geochemik. Musí si být vědom cíle a jít za ním bez jakéhokoli váhání, má být zvědavým pozorovatelem, mít živou obrazotvornost a mládí myslí i duše, které se měří ne stářím let, ale bystrostí samotné povahy. Musí mít velkou trpělivost, houževnatost, pracovitost a hlavně umění dovést dílo až do konce.

Franklin, jeden z velkých vědců předminulého století, ne nesprávně říkal, že genius — to je schopnost k nekonečné práci.

Ale vědec musí také mít na jedné straně zdravý úsudek a na druhé straně vzlet vědecké obraznosti. Musí mít důvěru ve svou práci, ve svou myšlenku, být přesvědčen o její správnosti, být smělý v její obraně, hořet pro svou práci a mít ji rád. Nadšení k práci — to je jedna z důležitých podmínek vítězství; ani jeden velký objev nebyl učiněn řemeslníky vědy.

Bez nadšení není možno dobýt světa a tento entusiasmus se rodí nejen z okouzlení samotnou tvořivostí, ale také v pochopení toho úkolu, toho odpovědného místa, které člověk vyplňuje svou tvůrčí prací.

Nadšení ideou zlepšení lidského života, žhavá žízeň po vítězství nad jeho temnými silami, směřující k vybudování nového světa, kterému budou dány nové hmoty nebo vláda nad starými

— to je cíl ne života jednotlivce, nýbrž cíl nového člověka v nové, svobodné zemi.

A jen tak je možno dobýt světa kolem nás. Ve svém vlastním životopise řekl Charles Darwin: „Mé životní úspěchy jako badatele, ať už byly jakékoli, závisely, pokud mohu soudit, na složitých, různorodých životních podmínkách a duševních vlastnostech. Z těchto vlastností byly nesporně nejdůležitější: láska k vědě, ohromná vytrvalost v přemýšlení o jakékoli věci, trpělivost při sbírání fakt a při pozorování a dosti vynalézavosti a zdravého úsudku.“

A to právě chceme na geochemikovi! Tyto vlastnosti se rodí v člověku ne najednou, jsou v něm vytvářeny úpornou námahou — nerodí se už s člověkem, tvoří se v něm a vychovávají tvůrčím životem.

Před očima se nám ukazují ohromné vymoženosti chemických bádání a tisíce příkladů nám ukazuje, jak je příroda podrobována nadšenci vědy.

FANTASTICKÉ PUTOVÁNÍ PO MENDĚLEJEVOVĚ TABULCE

„Co hodláte vystavovat jako nejpozoruhodnější vymoženost ruské vědy?“ obrátil se na mne jeden z organisátorů Vsesvazové výstavy vědy a techniky, která se plánovala v Moskvě před několika lety.

„Musí být vystaveno něco takového, co není na celém světě a co by ukázalo slávu a moc sovětské vědy v jejím rozvoji, počínaje Lomonosovem a konče dneškem!“

Byli jsme strženi touto nabídkou, poradili se s chemiky a geology a přednesli svůj plán. Zdál se nejdříve velmi fantastický, ale pak naši kritici nám dali za pravdu, chopili se té myšlenky a začali o ní pracovat s námi.

Představte si ohromný kužel či pyramidu z chromové oceli, vysokou 20—25 m, asi jako čtyřposchoďové či pětioschoďové domy. Kolem dokola tohoto kužele jde ohromná spirála s jednotlivými poli rozloženými tak jako v Mendělejevově systému, v dlouhých řadách a svislých skupinách. Každé pole bude vlastně malou místností, věnovanou příslušnému prvku. Tisíce diváků se spouští dolů po spirále a prohlíží si v jednotlivých přihrádkách osudy každého prvku, jako se díváme na jednotlivá zvířátka ve zvěřinci.

Kdo se chce dostat na vrchol ohromného kužele Mendělejevovy tabulky, vejde dole do elementaria. Zpočátku to vypadá tak, jako by nás zahalil mrak a rudé jazyky nám olizovaly nohy, jako by se kol nás rozlévala kypící hmota žhavé taveniny.

Sedíte ve skleněné kabině velké zdviže. Pod vámi a kolem dokola žhavý oceán zemských hlubin. Kabina se zvolna zvedá z jazyků ohně a proudů roztavených mas.

Objevují se první body utuhlých vykrystalovaných látek magmatu. Plovou v tavenině, objevují se ve velkém množství, seskupují se postupně v celky, které vypadají jako zářící cetky — tuhnoucí horniny.

Hle, vpravo se už kabina dotkla takového zehladlého magmatu hlubin. Vidíte tmavou základní horninu, místy ještě rozžhavenou do ruda; je bohatá na hořčík a železo. Černé tečky chromitu se slévají v celé pásy chromových rud a mezi nimi se blyští jako hvězdy krystalky platiny a osmiumiridia — těchto prvních kovů hlubin. Kabina se blíží k jakési tmavozelené kře. Byla ve své dlouhé historii mnohokrát rozdrcena a znovu spojena žhavotekutou taveninou. Mezi tmavozelenými krystaly se jiskří jiné, průzračné. Jsou to krystaly diamantu, které se v podobných hmotách vynesly do sopouchů v Jižní Africe.

Zdá se, že kabina letí stále rychleji a rychleji vzhůru. V hloubi zůstávají tmavozelené horniny železa a hořčíku. Objevují se rozsáhlé masy šedých a hnědých hornin — dioritů, syenitů, gabbra. Mezi nimi tu a tam probleskují bílé žíly. Náhle kabina ostře

zahýbá vpravo a zajíždí do žulové taveniny, nasycené plyny, parami a vzácnými kovy; je zahalena horkou mlhou. Těžko rozpoznáváme v chaosu žulové taveniny jednotlivé tuhé krystalky. Teplota tu dosáhla 800°.

Těkavé páry se derou v proudech s výbuchy vzhůru. Zde se dere roztavená žulová masa již vychladlou horninou téhož druhu. Jsou to znamenité pegmatity, kde vznikají překrásné krystaly drahokamů, kde rostou našedivělé moriony, zelené beryly, modravé topasy, křišťály a ametysty.

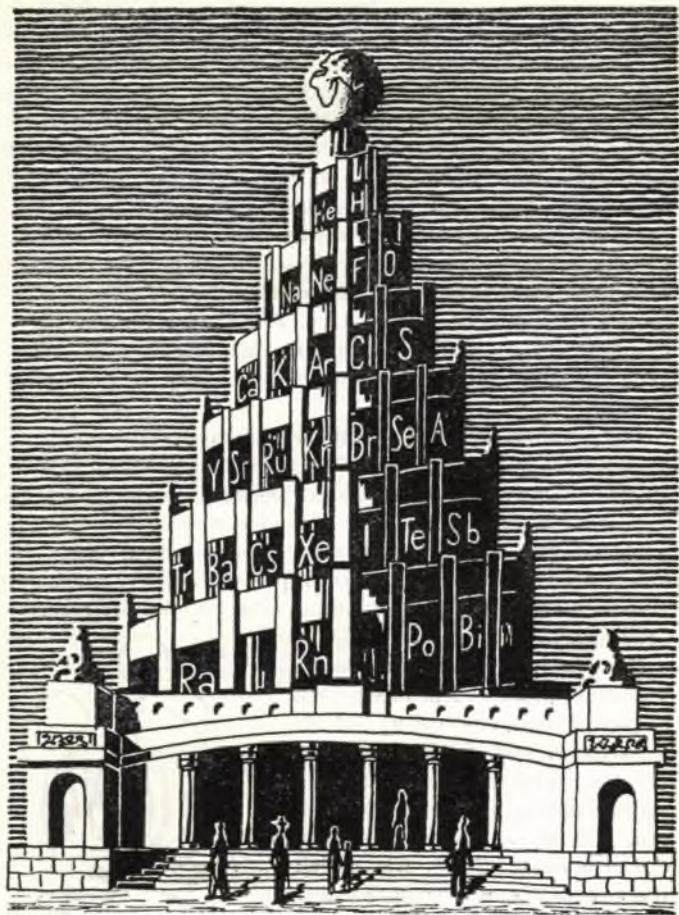
Mlhou chladnoucích par prochází kabina kolem pozoruhodných pegmatitových dutin, kterým říkájí na Urale „zanoryš“, „nora“. Jsou tu velké tmavé krystaly křemene, větší než metr, a vedle nich drobné krystalky živce. Vedle nich rostou pomalu lístky slídy. Čarokrásné křišťály protínají jakoby kopími celou jeskyňku.

Kabina se zvedá ještě výše. Fialové štětečky ametystů ji obklopují se všech stran. Vyrazí z pegmatitové žíly — a naši pozornost upoutají nové obrazy — nalevo i napravo se větví žíly různé tloušťky: hned souvislé pně bílých nerostů a sirných sloučenin, hned jemné žilky, sotva postřehnutelné pouhým okem, podobné větvičkám stromu. Celé bloky žulové horniny jsou prosyceny hnědými krystalky cínovce a žltorůžovou hmotou scheelitu.

V kabině hasne elektrické světlo. Jsme v mračnu. Potom se pohne pákou mohutného stroje, který vysílá neviditelné ultrafialové paprsky a tmavé stěny začínají hořet novými ohni: tu svítí světlezeleným světlem krystalky scheelitu, tam planou žlutým ohněm kalcity. V tisíci tónech svítí a lesknou se minerály, fosforeskující, a mezi nimi zůstanou jako tmavé skvrny sloučeniny těžkých kovů.

Znovu se rozsvítilo. Kabina opouští kontaktní zonu žul a vybírá si jeden z mohutných kmenů, které se zvedají z žulového masivu.

Kabina zpomaluje chod, stoupáte po rudní žíle. Kabina pro-



Vše s tabulkou D. I. Mendělejeva.

niká souvislým křemenným tělesem. Černé, ostré krystalky wolframové rudy prořezávají křemen a po několika stech metrech se objevují první světélkující cetky sulfidů, stříbřitě žluté krystalky siřníků železa. Po nich následují jasně žluté krystalky, které se oslepujivě lesknou. „Podívejte se, zlato!“ vykřikne kdosi. Tenké žilky pronikají sněhobílý křemen. Kabina letí ještě několik set metrů nahoru. Místo zlata se objevují ocelově lesklé krystalky leštěnce olověného, pak blejno zinkové s diamantovým leskem, různé sloučeniny síry zbarvují všechny kovy, rudy olova, stříbra, kobaltu, niklu. Výše jsou žíly světlejší. Kabina proniká měkkým vápencem, který je prorostlý jehlicemi leštěnce antimonového či krvavě rudými krystalky rumělky. Pak žluté a červené masy sloučenin arsenu. Kabina se prodírá stále lehčeji, místo žhavých tavenin dávno nastoupily horké páry a pak vřelé roztoky.

Teď je kabina zalévána proudy horkých minerálních pramenů. Vřou a šumí bublinkami kyslíčnicku uhličitého, prodírají se sedimentárními horninami, bušíce do zemské kůry. Vidíte, jak leptají vápencové vrstvy, ukládajíce v nich vložky zinkových a olověných rud. Horké minerální prameny vynášejí kabinu stále výše, kolem stěn visí krásné vápencové krápníky; stalaktity z hnědého aragonitu — karlovarského kamene, nebo povlaky pestrobarevného mramorového onyxu.

Cesty horkých pramenů se rozvětvují, tenké prameny si prorážejí cestu na povrch země, tvoří gejsíry a zdroje minerálních vod. Kabina prochází vrstvou usazených hornin, proniká slojemi uhlí a vrstvou permských solí, rozvírá se před námi obraz dávné minulosti Země. Hle, padají těžké kapky a znečišťují skleněné stěny kabiny. Je to nafta a různé pryskyřičné látky v písčích sedimentár-



ních hornin. Kabina se prodírá jednotlivými vrstvami.

Podzemní vody zalévají znovu kabinu, její cesta je vroubena skoro nekonečnou stěnou pískovců, vápenců a slínů v pestrém promíšení. Ale kabina se blíží k povrchu. Ještě jeden náraz při rychlém stoupání a — kabina se zastavuje. Protivámšlehá jasný plamen a celé nebe je zakryto bílými klubky vody, sněžnými oblaky pohádkových tvarů. Vystoupili jsme na vrchol Mendělejevovy tabulky. Před námi hoří ve vzduchu prvek vodík, který se hořením mění v chuchvalce vodních par.

Jste na horní plošině Mendělejevovy tabulky. Příkrá spirála nás vede postupně dolů — zachytíte se zábradlí z chromované oceli a začnete cestu po mendělejevském schodišti.

Hle — první komůrka. Je na ní napsáno velikými písmeny „Helium“. Vzácný „netečný“ plyn, objevený nejdříve na slunci, ale prosakující celou zemi, kameny, vodu i vzduch. Helium je všudypřítomný plyn. Používáme ho k plnění vzducholodí. V této malé místnosti vidíte celou jeho historii, od jasně zelených linií sluneční korony do černého nevzhledného cleveitu, kamene ze skandinávských žil, z něhož je možno vytěžit vývěvou až dvacet kubíků „slunečního plynu“. Nachýlíte se opatrně přes zábradlí a uvidíte pod komůrkou helia ještě pět komůrek. V nich hoří ohnivými písmeny jména dalších netečných plynů: neon, argon, krypton, xenon a radon — radiová emanace. Náhle se vznítí spektrální čára vzácných plynů a všechno vzplane pestrými barvami. Oranžové a červené tóny neonu jsou vystřídány tmavomodrým tónem argonu. Známe je dobře z reklam obchodů velkých měst.

Znovu se rozsvěcuje a před námi je komůrka lithia. Je to nej-



lehčí alkalický kov. Vidíte celou jeho historii až do letadel budoucnosti. Je skoro tak lehký jako korek. A znovu se nahneme dolů a znovu pod námi hovoří jména jeho analogů: žlutě svítí barvy sodíku, fialově se leskne draslík, rudými tóny se hlásí rubidium, modravě plane cesium.

Tak obcházíte krok za krokem, prvek za prvkem ve spirále velkou Mendělejevovu tabulku a všechno to, co jsme vám pověřili na mnoha stránkách knihy, všechna historie jednotlivých prvků se zde přednáší ne slovy a kresbami, ale skutečnými ukázkami z historie každého prvku.

Co může být pohádkovější než komůrka uhlíku — základu života a všeho světa! Celá historie vývoje živé hmoty probíhá nám před očima, i celý příběh smrti této látky, kdy pohřbený život se v hlubinách mění v uhlí a živá protoplasma v tekutou naftu. A v pozoruhodném obraze složitěho světa statisíců chemických sloučenin uhlíku poutá vaši pozornost jeho začátek a konec. Ihle, velký krystal diamantu. Není to znamenitý Cullinan, rozřezaný na kousky pro anglického krále, je to Orlov. Je vsazen do žezla ruských carů.

A na konci téže komnaty je uhelná vrstva. Kladivo, zaseknuté do uhlí — a kousky tohoto nevzhledného kamene stoupají na zemský povrch. Je to „chléb průmyslu“, jak řekl V. I. Lenin.

Spouštíte se o dva závity spirály níže. Před vámi je komůrka jasných barev: žluté, zelené, rudé kameny se třpytí všemi barvami duhy. — Ihle — naleziště střední Afriky, hle, temné jeskyně Asie. Zvolna probíhá film, kresle obrázky jednotlivých nalezišť a objasňuje původ kovů. Je to vanadium, pojmenované podle legendární staroslovanské (vendské) bohyně, neboť pohádkové jsou síly, jež propůjčuje železu a oceli, jimž dává tvrdost a pevnost, pružnost a houževnatost, které jsou nutny pro osy automobilů. Před vámi jsou v téže místnosti hromady vanadiové ocele, které prodělaly miliony kilometrů, a tam zas nalomené osy z obyčejné ocele, které nevydržely ani deset tisíc kilometrů. Projdete znovu několika závity spirály. Obrazy se mění jeden za druhým.



Zde je železo, základ všeho železného průmyslu, tam všudypřítomný jod, tady strontium, zářící rudými raketami, tam gallium, které se taví člověku v ruce.

Překrásná je komnata zlata. Zářící tisíce plameny. Tu je zlato v bílých křemenných žilách, tam je stříbřité, skoro zelené zlato Zabajkálí, zde se vám před očima vine zlatý pramének v modelu altajského závodu na těžbu zlata, tamhle zlaté slitiny rozmani-

tých barev, tady zlato v dějinách lidstva a kultury. Kov bohatství a zločinu, kov války, loupeže a násilí! Před očima se vám otvírají sklepení státních bank s pruty zlata, temné obrazy otrocké práce ve skvělých dolech Witwatersrandu, bankovní magnáti, určující osudy akciových společností a cenu zlaté valuty.

Jen krok a jsme v sousední komůrce, komůrce rtuti. Jako na skvělé výstavě v Paříži 1938 tryská uprostřed pokoje fontána, ne vody, ale rtuti. V pravém rohu odbíjí svými písty takt malý parní stroj, pracuje parou rtuti, vlevo se otvírá celá historie tohoto těkavého kovu, jeho rozptýlení v zemské kůře, krvavě rudé kapky rumělky v pískovcích Donbasu a tekuté kapky rtuti v dolech Španělska.

Jdete dále. Za komůrkami olova a vizmutu začíná jakýsi nepochopitelný obraz: prvky i komůrky jsou smíchané a navzájem spojené. Není tu žádný pořádek a jasnost v jednotlivých komůrkách. Vcházíte do oblasti podivných originálních atomů Mendělejevova systému. Už tu není pevnost a stabilita známých kovů. Začíná se tu před námi rýsovat cosi nejasného a nového. A už se začíná v mlze rozjasňovat pohádkový obraz.

Atomy uranu a thoria nezůstávají na místě. Vyzařují z nich jakési paprsky a rodí se kuličky atomů helia. Naše atomy opouštějí své komůrky a hle — skákají do komůrky radia, svítí jasným záhadným světlem, mění se jako v pohádce v neviditelný plyn



radon a pak znovu běží zpět po Mendělejevově tabulce a umíráj nám před očima v komůrce olova.

Druhý, strašnější obraz vystřídá první. Jakési rychlé atomy bombardují uran, tříští jej na kousky a s praskotem a zářnými paprsky se rozpadá atom uranu, zahoří kdesi vysoko na naší spirále v komůrce vzácných zemin a pak běží

znovu dolů po spirále, zastavuje se v jednotlivých komůrkách cizích kovů a umírá kdesi u platiny.

Co se to stalo s našimi atomy? To přece je proti našim zákonům a přesvědčení, že je každý atom neměnnou, stabilní cihlou přírody, že ho nemůže nic změnit, že stroncium stále zůstane stroncium a atom zinku stále atomem zinku.

Ale tu dospíváte k těžkému rozčarování. Všecko, co jsme dříve řekli, se ukázalo nepevným. Vešli jste do jakéhosi nového světa, kde je atom nestálý, kde je možno jej rozbít, ne sice zničit, ale změnit ve druhý.

A mlhou konce Mendělejevovy tabulky, mezi světélkujícími jiskrami letících atomů helia a Roentgenových paprsků se spouštíte po posledních schůdcích spirály do neznámé hlubiny.

Teď se však nespouštíte v hlubiny země, ale v hlubinu planoucích, jiskřících hvězd na nebi. Teploty se tu měří na stovky milionů stupňů a tlak nemůže ani být vyjádřen čísly našich atmosfér, kde v šíleném chaosu probleskují a rozpadají se atomy Mendělejevovy tabulky.

Znamená to, že vše, co jsme říkali, je nepravda? Znamená to, že měli pravdu alchymisté a fantastové, když chtěli vyrobit ze rtuti zlato a z arsenu a kamene mudrců stříbro? Znamená to, že měli pravdu ti snilkové vědy, kteří říkali ještě před sto lety, že atomy přecházejí jeden ve druhý, že se rodí ve světech nám nedostupných jeden ze druhého?

Mendělejevova tabulka není mrtvou tabulkou s přihrádkami, není to jen obraz současnosti, nýbrž i minulosti a budoucnosti, je to obraz těch tajemných pochodů světa, kde se mění atomy jeden ve druhý. Tabulka Mendělejevova je tabulkou historie a života vesmíru.

A sám atom je částicí vesmíru, věčně měnící své místo v složitých řadách, skupinách a přihrádkách Mendělejevovy tabulky.

Dosáhli jste nejpodivuhodnějšího obrazu světa kolem nás.

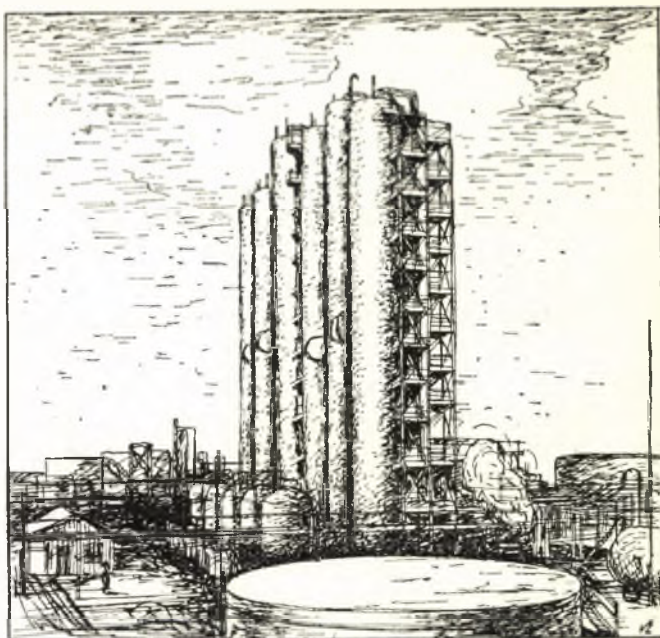
CHEMIE A TECHNIKA BUDOUCNOSTI

Žijeme nyní v pětiletce chemie, ale to je jen první stupeň k tomu rozkvětu chemické myšlenky, která bude stále růst do šíře a zachvacovat vědu, průmysl a hospodářství. Zchemisujeme vědu, techniku i lidský mozek. Domnívám se, že přichází věk chemie, věk, kdy se nejen podrobí lidskému geniu celá Mendělejevova tabulka prvků, kdy budou také probuzeny všechny síly atomu a využity velkolepé zásoby energie, utajené v každé molekule, atomu, elektrickém klubičku. Následující stránky se vám snad budou zdát fantastickými, ale fantasie dneška se často mění v techniku zítřka.

Vždyť fantasie Julia Vernea, kterými se ještě dnes bavíme, se už dnes uskutečnily! U znamenitého ruského vědce K. E. Ciolkovského nacházíme ještě větší rozmach fantastické smyšlenky; přestože uplynulo jen 30 let od jeho smělych předpovědí, proměnilo se mnohé z toho, o čem psal, ve skutečnost. Proto se nemusíme bát vědecké smyšlenky, ale není třeba ji ovšem přijímat jako něco skutečného: musíme za ni bojovat — protože fantasie je jednou z method vědecké práce.

Dovolte tedy, abychom si spolu představili, co se stane s naší Zemí ve věku chemie.

Nejdříve bude ovládnut vzdušný živel, nejen proto, že letadla



Továrna plyného čpavku.

a rakety se vznesou do výše 50—100 km a poletí rychlostí, převyšující rychlost zvuku, ale i proto, že chemie ovládne vzduch jako surovinu a podrobí jej vládě člověka.

V ohromných turbodetanderech, rozsetých po celém světě, se bude dobývat ze vzduchu helium, oddělí se kyslík od dusíku a celé řeky tekutého kyslíku potečou chlazenými trubkami do kovodělných závodů, kde se tavení kovů ve vysokých pecích tak zjednodušilo jako odpařování vody v laboratorní zkumavce.

V takových továrnách dostaneme čistý dusík, změněný mohut-

nými elektrickými výboji v kyselinu dusičnou. Životodárný dusík padá jako hnojivo v ohromných množstvích na naše pole a zdvojnásobuje či ztrojnásobuje jejich úrodu. A dalším potrubím těchže závodů vzdušného průmyslu potečou proudy zkapalněného neonu, kryptonu a xenonu. Potečou jemnými trubkami do továren na žárovky.

Ještě zázračnější bude vítězství nad vrstvami ozonu, jež se tvoří ve výši desítek kilometrů vlivem ultrafialových paprsků. Víme, že tyto vrstvy ozonu halí Zemi uzavřenou vrstvou a zadržují životadárné ultrafialové paprsky a odrážejí radiové vlny.

A teď si představte fantastický obrázek: zelektrisované sloupy čpavkových sloučenin se zvedají do výše několika set kilometrů do skvělé ozonové vrstvy. Ozon se rozpadá, tvoří se v něm volná okna, kterými se lijí vlny ultrafialových elektromagnetických vln. Někde hubí život, jinde mu dávají mohutnou sílu, zásobujíce Zemi pramenem nové životní energie.

A ještě pohádkovější se nám zdá dobytí hlubin.

Oceán magmatu, který nám vše pod nohama, kolosální množství tepla, jež se skrývá v zemských hlubinách — vše to se člověku zpřístupní.

Člověk dostihne speciálním potrubím do hloubky 20—50 kilometrů, kde dostihne vrstev, teplých asi 500—700°, ohřeje zemi tepelnými stanicemi zemských hlubin, zamezí tak ničení lesů, zastaví nesmyslné pálení uhlí, tak potřebného pro chemický průmysl, přestane užívat nafty pro tepelná tělesa.

Trubky přivedou miliony kalorií z hlubin na zemský povrch, dají nejen teplo lidským obydlím a továrnám, ohřejí také celé oblasti svým horkým dechem, roztaví ledy polárních krajů, změni klima. Ohromné chladicí stroje, rozestavené na pouštích, změni je v kvetoucí oasy.

Ale člověku to ještě nepostačí. Bude mu málo toho tepla, které se rozleje podle jeho příkazu po celém zemském povrchu a napraví chyby slunce, vyvede z hlubin zdroje energie, jež jsou tam ukryty.

Již nyní počíná v Rusku podle předpovědi geniálního Mendělejeva nové období ovládnutí hlubin.

V hlubinách nedostupných pro šachty hoří uhlí, zplodiny hoření se vedou potrubím na povrch a zužitkují se v průmyslu. Není třeba ani šachet, ani těžké práce havířů, kteří těží uhlí z uhelných slojí — složitá, dlouhá cesta automechanisace a telemechaniky dá možnost ovládnout uhelné zásoby, aniž by bylo třeba sestoupit do uhelných šachet.

Lidé už těží síru z hlubinných ložisek. Vodní páry roztaví v hloubce síru a její proudy se vylévají na povrch země. Poženu-li se vodní páry, ohřáté na 500—600° do rudných žil, do ložisek těžkých sirných rud kovů, potekou pak potrubím z nového odolného materiálu sirné sloučeniny stříbra, olova a zinku.

Mocné vrstvy břidlic budou se spalovat v hlubinách a dopraví na povrch živice a plyny. Soli se budou rozpouštět a týmiž roztoky vytahovat na povrch země. Roztoky silných kyselin budou rozpouštět těžké kovy, dávající hotové soli elektrolytickým závodům. Zemská kůra bude provrtána miliony potrubí.

Ještě rozhodnější bude vítězství nad hmotou, až se chemie naučí hromadit rozptýlené atomy uranu a měnit je v energetický pohon. Světové zásoby energie uranu jsou ohromné. Až se naučíme štěpit tyto rozpadající se atomy uranu, postavíme nové pohony, které budou bez zastávky pracovat tisíce let jako pohádkové zdroje energie, ženoucí letadla i koráby.

Všecka světová energie bude postavena v nových chemických zařízeních do služeb člověka. Sluneční paprsky, padající bez cíle na zemský povrch, budou zachycovány ohromnými zrcadly a proměněny v teplo. Sluneční kuchyně v Kalifornii a SSSR jsou prvním pokusem ovládnout sluneční energii; brzy se stanou domácí potřebou každého člověka.

Plně bude využito bílého uhlí, modrého uhlí vodních oblastí, jež bude využíváno na obrovských přímořských stanicích.

Člověk se stane pánem takového množství energie, že bude moci dělat zázraky!

A pak ovládne člověk prostor, vzdálenost a čas. Rychlostí několika tisíc kilometrů za hodinu zevšednějí, vzdálenosti mezi městy a jednotlivými centry přestanou rozdělovat lidi. Nové životní formy, nová sociální přestavba světa dokáže setřít všechny hranice zemí.

Člověk se naučí štěpit atomy přesnými methodami, dokáže pomocí radioaktivního záření a za pomoci ohromných cyklotronů dělat s atomy, co bude chtít: rozbít je, měnit těžké atomy v lehké a naopak, stavět z lehkých atomů těžké.

Až vyzíská uměle různé typy atomů, naučí se je člověk využívat. Dokáže vnést do organismu atomy, žijící jen minutu či vteřinu, tvoře tak nové léčebné prostředky pro válku s viry a bakteriemi. Ovládne živou buňku a dokáže využít i mikroorganismů pro své mohutné chemické procesy. Už teď se v mikrobiologických ústavech pěstuje mnoho bakterií k tomu potřebných v skleněných miskách na želatině. Budou se vyrábět ve velkém množství a rozsejí po poli, kterému dají hnojivo, dusík. Bakterie rozkládají sádrovec a dobývají síry. Člověk změní bakterie v sílu života, jejich pomocí bude dobývat kovy, rozptýlené v mořské vodě.

V boji o hlubiny využije vší hmoty rud: žádné odpadky, žádné nevyužité horniny! Vše bude využito pro průmysl, bude využito celé Mendělejevovy tabulky, a nejrozšířenější prvky, křemík a aluminium, se stanou základem života. Nejvzácnější látky ztratí smysl svého jména, vstoupí do našeho všedního života. Postavíme z nich plátna televizních přístrojů a budeme moci hovořiti, sedíce v pokoji, s posluchačstvem, které uvidíte na plátně přístroje. Televizní přístroje ze vzácných kovů nahradí nám dosavadní radiové přijímače. Vzácnější prvky budou pracovat v chemických reakcích, jež změní látky v potřebné produkty.

Zvláštní význam bude mít organická chemie. Místo statisíců

uhlíkových sloučenin dostane člověk miliony struktur, používaje svých nových zařízení na teploty blízké absolutní nule a teplot milionů stupňů, a tlaku sta tisíc atmosfér.

Pak bude z chemie uhlíku postavena nová budova organické chemie. Nebudou to jen plastické tvárné hmoty, z nichž je možno udělat jakoukoli věc, od knoflíků po lehká letadla, ne jen umělý kaučuk, který začíná nahrazovat s úspěchem přírodní, nejen pozoruhodné barvy, které udělaly nepotřebnými plantáže indiga — budou to zcela nové látky, blízké skutečné živé molekule, protoplasmě, bílkovinám... Budou to umělé potraviny, které udělají zbytečnými složité chemické laboratoře zvířecích těl.

Nová chemická synthesisa využije i jiných prvků, aby se postavily stejně složité sloučeniny, jaké dokázala postavit z uhlíku, kyslíku a vodíku organická chemie. Nové molekuly z křemíku, germania, boru, dusíku už nyní se rýsují v obdivuhodných sloučeninách, které se podařilo v poslední době chemikům získat, když postavili benzolové jádro ne z uhlíku nebo vodíku, nýbrž ze dvou jiných prvků — dusíku a boru.

Ale k tomu, aby chemie ovládla svět, je potřebí ohromné vědecké práce, je potřebí mohutných a četných vědeckých ústavů s dokonalými přístroji na vysoké tlaky a teploty, které se musí slít se závodními laboratořemi. A v těchto nových palácích vědy bude dobyto vítězství novými smělymi lidmi, vyzbrojenými bouřlivě hledající fantasií, hořícími touhou po nových výzkumech.

V takových barvách se mi rýsuje budoucnost v dnešním světě. Tyto barvy jsou však vzaty z přírody a z našich vědomostí. Ještě skvělejší budou obrazy vzdálenější budoucnosti, ale pro ně není dosud ani slov, ani barev, ani tvarů.

Štěstí člověka! To je cíl horlivého hledání. Nový život se rodí jako výsledek vítězství nad přírodou a nad nehybností samého člověka.

Mnoho bojů musí ještě lidstvo prodělat na této cestě. Boj s pří-

rodou o zvládnutí jejích sil, za přeměnu všeho neužitečného v užitečné je jednou z mohutných pák pro stvoření nového světa, nového života.

KONEC KNIHY

Naše kniha končí. Sami jsme se změnili v drobný putující atom, abychom proběhli složitými cestami migrace kovů, nahlédli i do hlubin Země i na žhavá nebeská tělesa a všude prohlíželi, jak se chovají rozmanité atomy ve vesmíru a v rukou člověka, co se s nimi děje v průmyslu a národohospodářství.

Atomy procházejí dlouhou cestou ve své historii a ani nevíme, zda má ta cesta nějaký začátek nebo konec. Ještě jsme zcela nerozřešili postup zrodu atomu a začátek jejich cestování na Zemi. Nejsou nám jasné ani jejich osudy v budoucnosti, v složité budoucnosti naší planety.

Víme jen, že některé atomy ulétají z dosahu Země a rozptylují se v mezihvězdném prostoru, kde na jeden krychlový metr připadá ne více než jeden nepatrný atom a kde je jimi zaujata jen tak malá část světového prostoru, že by ji bylo nutno vyjádřit jednotkami, stojícími za třiceti nulami za desetinnou tečkou.

Víme, že se jiné atomy rozptylují v samotné zemské kůře, v půdě, vodách, oceánech, ještě jiné se postupně vracejí do hlubin, podřídívše se zákonům zemské tíže.

Jiné atomy jsou stabilní, neměnné, skutečně tak pevné jako kuličky kulečníku, jiné jsou naopak pružné jako gumové míče, stlačují se, splétají se ve složité stavby, obklopené elektrickým polem, jiné se rozpadají až na jádra a vysílají paprsky, mění se ve vzácné plyny, čas jejich života je přesně určen zákony rozpadu a měří se u jedněch na miliony let, u jiných na léta, vteřiny či zlomky vteřiny.

Svět kolem nás je vybudován necelým stem prvků. A jak je

mnoho růzností, jak jsou rozmanité rysy těchto atomů a jak rozdílné jsou jejich sloučeniny! Začínáme teprve novým způsobem číst tyto podivuhodné stránky historie chemických prvků Země. Geochemie jen pootevřela pohled na nový svět přírody, práce s pozorováním chování každého prvku v zemské kůře teprve začala. Ukázalo se, že je potřeba založit deník o chování každého z 92 prvků, vniknout do jejich význačných rysů, poznat jeho přednosti a nedostatky, zkrátka seznámit se tak podrobně s každým atomem, aby se mohla z rozptýlených fakt postavit historie jeho osudů, dějiny vesmíru.

Každý článek historie závisí na dosud nevyřešených vlastnostech atomů a spleťtí zákony určují jeho osudy jak v celém vesmíru, tak i na Zemi a v ruce člověka.

Poznat cesty atomů musíme ne proto, že bychom chtěli znát ze zvědavosti jejich chování na zemi, ne, musíme se naučit je ovládat tak, jak je člověku třeba pro technický, hospodářský a kulturní vývoj.

Musíme se učit znát přírodu, abychom ji mohli změnit — řekl Engels. V tom je velká a čestná úloha geochemiků.

Ano, musíme ovládnout atomy a provést s nimi to, co chceme: získat nejtvrďší slitiny, tvrdší než diamant, a proto musíme znát, jak jsou atomy rozloženy ve složitých stavbách.

Musíme se naučit uhodnout vlastnosti sloučenin kovů, musíme nejen slepě zkoušet, ale určitě vědět.

Musíme dobývat co možná nejvíce takových atomů, jako cesium nebo thallium, které odevzdávají snadno své vnější elektrony. Z nich postavíme nejjemnější televizní přístroje, které si ponese v kapse či zápisníku, skvělé zvukové kinoaparáty o rozměrech obyčejné knihy.

Chceme podrobit atom své vůli, vůli vítězného člověka, měnicího všechny hrozné a škodlivé síly přírody v užitečné. Chceme položit k nohám pracujícího lidstva celou přírodu, celou Mendělejevovu tabulku světa. To je smysl a úkol naší geochemické práce.

STRUČNÝ PŘEHLED PRVKŮ.

Aktinium — Actinium (Ac). Atomové číslo 89, atomová váha 227. Objeveno 1899 Debiernem v uranových rudách. Je radioaktivní zplodinou rozpadu uranu o poločasu 13,5 let. Při dalším rozpadu aktinia vzniká řada aktiniová. Posledním článkem této radioaktivní řady je neaktivní olovo 207. Aktinium a jeho sloučeniny jsou málo známy.

Americium (Am). V roce 1945 bylo uveřejněno sdělení o umělém získání prvku 95 s atomovou vahou 241, který byl nazván americium. Jeho vlastnosti nebyly ještě prostudovány.

Antimon — Stibium (Sb). Atomové číslo 51, atomová váha 121,76. Byl znám už ve starověku. První podrobný popis antimonu a jeho sloučenin pochází z rozhraní 16.—17. století a je zaznamenán ve spisu, přičítaném Basiliu Valentinovi. Z přírodních sloučenin je nejběžnější surma či antimonit a jiné sloučeniny se sírou. Jméno surma znamená turecky nátěr; byla známa už Pliniovi jako léčidlo. Liteřina, písmenkový kov, je slitinou olova, antimonu a cínu; antimonu se používá též v lékařství. Přidán k olovu zvyšuje jeho tvrdost. Sloučenin se používá v zápalkovém, gumárenském a sklářském průmyslu.

Argon — (Ar). Atomové číslo 18, atomová váha 39,944. Patří do skupiny netečných (inertních) plynů či „vzácných plynů“, které se neslučují mezi sebou navzájem ani s jinými prvky a tím se liší od ostatních prvků. Pasivnost argonu je vyjádřena už v jeho jménu. Řecky znamená argon nečinný. Byl objeven Ramsayem a Rayleighem v roce 1894. V přírodě je součástí vzduchu — kde je argonu asi 1%. Argon se potřebuje k plnění světelných trubíc s azurovým světlem.

Arsen (As) — Arsenicum. Atomové číslo 33, atomová váha 74,91. Byl znám již ve starověku. Křehký, světlešedý, s kovovým leskem. Páchne po česneku. Zahříván za obvyčejného tlaku mění se v páry při 633°. Arsen i jeho rozpustné soli jsou jedovaté. Používá se ve slitinách s olovem a mědí, dále na hubení parazitů hospodářských rostlin jako fungicidní látka, ve sklářském průmyslu na odbarvování skel.

Astat (At). Atomové číslo 85. Mendělejev, předvídaje jeho existenci, je nazval ekajod a předpověděl jeho vlastnosti. V roce 1931 byla uveřejněna v Americe zpráva o objevu prvku 85, který byl nazván Ala-

bamiem, ale tato zpráva nebyla potvrzena a jméno Alabamium pro prvek 85 se neudrželo.

Baryum (Ba). Atomové číslo 56, atomová váha 137,36. Objeveno 1774 Scheelem. Kovové baryum izolováno po prvé Davym 1808. Jméno vzniklo z řeckého barys — těžký. Stříbrobílý kov, tvrdý jako olovo, barví plamen zeleně. Soli barnatých se užívá jako barviva běloby.

Beryllium (Be). Atomové číslo 4, atomová váha 9,02. Objeveno 1797 Vauquelinem a pojmenováno glucinium podle nasládlé chuti jeho solí. Toto pojmenování se však udrželo jen ve Francii. Jméno beryllium vzniklo podle nerostu beryllu. Beryllium je stříbrobílý, velmi tvrdý a lehký kov, hustoty 1,86, stálý na vzduchu. Užívá se ve slitinách s mědí (berylliové bronzy), jež mají tvrdost ocele a vzdorují únavě při prudkých změnách zatížení. V přírodě se hromadí ve větších množstvích jen zřídka.

Bor — borum (B). Atomové číslo 5, atomová váha 10,82. Objeven H. Davym 1808 v Anglii a současně Gay-Lussacem a Thénardem ve Francii. Jméno je odvozeno od nerostu boraxu. Krystalický bor, t. zv. démantový, vyisolovaný z taveniny s hliníkem, má tvrdost jen o málo menší než diamant. V přírodě se nachází jako kyselina boritá, dále jako borax, ve formě křemičitanů a p. Užívá se na výrobu emailů a v lékařství.

Brom — bromum (Br). Atomové číslo 35, atomová váha 79,916. Objeven A. J. Balardem v Montpellier 1826 a pojmenován podle zápachu — bromos značí zápach. Brom je kapalina černohnědá, těžká, velice reaktivní, tvoří sloučeniny téměř se všemi prvky, zvláště bouřlivě se slučuje s kovy. Při styku s kůží působí silné spáleniny. V přírodě se vyskytuje ve sloučeninách s draslíkem, sodíkem, hořčíkem a j. Na brom jsou bohatá solná jezera na Krymu. Užívá se v lékařství a fotografii.

Cassiopium (Cp) — viz lutecium.

Cer — cerium (Ce). Atomové číslo 58, atomová váha 140,13. Jeden z prvků vzácných zemin. Objeven 1803 Hisingerem, Berzelíem a Klaprothem a pojmenován podle planetoidy Cerery. Ceru se používá při výrobě kamínků k zapalovačům, v lékařství a také při dělostřelbě, aby byla získána svítící stopa náboje. Dobývá se z monazitového písku, z odpadů po výrobě thoria.

Cesium — caesium (Cs). Atomové číslo 55, atomová váha 132,91. Patří k alkalickým kovům. Má hustotu 1,87. Taje při $28,45^{\circ}$. Jméno je odvozeno od latinského caesius — šedomodrý, podle barvy čar spektra. Je to první prvek, objevený spektrální analýsou, a to Bunsenem 1860. Barví plamen fialově. V přírodě se vyskytuje jako minerál pollux na Elbě. Je hlavní součástí fotocely.

Cín — stannum (Sn). Atomové číslo 50, atomová váha 118,70. Jeden z prvních kovů, které byly lidstvu známy (bronzová doba). Stříbrobílý kov, velice kujný. Hustota 7,28. Roztápí se při $231,8^{\circ}$. Při teplotě pod 18° se mění v šedivý cín. Při ohýbání tyčinek cínových je slyšet charakteristický vrzavý zvuk, působený pravděpodobně vzájemným třením jednotlivých krystalů. Vlivem vody ani vzduchu se cín nemění, proto je používán k povlékání jiných kovů, na př. železného plechu („bílý plech“), v konzervářství. Značný význam mají slitiny cínu: mosazy a bronzy. V přírodě se nachází hlavně jako cínovec, kassiterit, SnO_2 .

Curium (Cm). V roce 1945 byla uveřejněna zpráva o získání umělého prvku s atomovým číslem 96 a atomovou vahou 242, který obdržel své jméno na počest Marie Skłodowské-Curie. Jeho vlastnosti nejsou ještě prostudovány.

Draslík — kalium (K). Atomové číslo 19, atomová váha 39,096. Získán po prvé Davym r. 1807 elektrolýsou roztopeného hydroxydu draselného. Jméno kalium je odvozeno od arabského „kali“ — soda. V přírodě rozšířen v podobě solí draselných a silikátů. Kov stříbrobílý, velmi lesklý, na vzduchu se rychle okysličuje, proto se chrání v petroleji. Je měkký jako vosk. Taje při $63,5^{\circ}$, vře při 760° , je lehčí než voda (hustota 0,859). Dává se sodíkem slitinu, tekutou při obyčejné teplotě, která může nahradit rtuť v teploměrech. Kovového draslíku se užívá málo, nahrazuje se levnějším sodíkem.

Dusík — nitrogenium (N). Atomové číslo 7, atomová váha 14,008. Bezbarvý plyn, tvořící $\frac{4}{5}$ vzduchu. První zjištění dusíku jako samostatné látky náleží Rutherfordovi v r. 1772; Lavoisier dokázal, že je tato látka prvek a dal mu jméno. Latinské nitrogenium je z ř. nitrum — ledek a gennao — plodím. V přírodě se dusík vyskytuje kromě ve vzduchu také ve všech organismech, dále jako dusičnan sodný a draselný, atd. Plynný dusík se využívá pro plnění žárovek, jeho sloučeniny mají velký význam jako hnojiva a jako základní materiál výbušnin.

Dysprosium (Dy). Atomové číslo 66, atomová váha 162,46. Patří k vzácným zeminám. Objeveno Francouzem Lecoq de Boisbaudran 1886. Jméno má z řeckého dysprósodos — těžko přístupný.

Erbium (Er). Atomové číslo 68, atomová váha 167,2. Patří k vzácným zeminám. Objeveno Mosanderem 1843 a pojmenováno podle švédského města Ytterby.

Europium (Eu). Atomové číslo 63, atomová váha 152,0. Objeveno Demarçayem v r. 1900. Soli europia mají růžovou barvu.

Fluor — fluorum (F). Atomové číslo 9, atomová váha 19,000. Patří do skupiny halogenů. Tento plyn byl v čisté formě izolován po prvé Moissanem 1886, přesto, že byl poznán jako prvek již Ampèrem 1810. Jméno dostal podle svého nerostu fluoritu. Je to plyn slabě žlutozelený. Při silném ochlazení se kondensuje a má pak hustotu 1,11, dalším mražením tuhne, taje pak při -223° a vře při -188° . Fluor čistý se neužívá. Fluorovodík HF se značně používá v chemických laboratořích a na leptání skla.

Fosfor — phosphorus (P). Atomové číslo 15, atomová váha 30,98. Jméno značí „světloňoš“, protože ve tmě svítí. Objeven Brandem 1669. Má hustotu 1,82, taje při 44° , vře při $280,5^{\circ}$. Je znám ve dvou modifikacích: bílém fosforu a červeném fosforu. V roce 1922 získal Bridgeman třetí modifikaci, černý fosfor. Je značně rozšířen v kůře zemské hlavně v podobě fosforečnanů či fosfátů. Tvoří četné nerosty: apatit, tyrkys, fosfáty železa, mědi atd. Užívá se pro výrobu zápalek, kouřových clon, zápalných látek atd. Fosforit a apatit jsou důležitou surovinou na výrobu fosforečných hnojiv.

Francium (Fr). Pod jménem Virginium popsal Alison prvek č. 87. Ku počtě objevitelky M. Pereyové (Francie) nazván Francium.

Gadolinium (Gd). Atomové číslo 64, atomová váha 156,9. Patří k vzácným zeminám. Objeven 1880 Marignacem. Jméno dostal podle nerostu gadolinitu, pojmenovaném po finském chemiku Gadolinovi.

Gallium (Ga). Atomové číslo 31, atomová váha 69,72. Jeden z prvků, jehož vlastnosti byly předpověděny Mendělejevem pod jménem ekaaluminium. Objeven v r. 1875 Lecoq de Boisbaudranem spektrální analysou

a pojmenován na počest Francie, jejíž staré jméno je Gallia. Gallium je bílý lesklý kov, měkký, s nízkým bodem tání: $29,78^{\circ}$ — taje v ruce. Bod varu je však 2064° . Pevné gallium je lehčí než tekuté, a proto v něm plave. Patří k prvkům řídce rozptýleným. Používá se na teploměry pro teploty do 700° i vyšší, na výrobu optických zrcadel a p.

Germanium (Ge). Atomové číslo 32, atomová váha 72,60. Jeden z prvků, jehož vlastnosti byly předpověděny Mendělejevem (ekasilicium). Objeven 1886 Winklerem spektrální analýsou. Jeden z nejvzácnějších prvků. Užívá se v radiotechnice a při výrobě speciálních druhů skla.

Hafnium (Hf). Atomové číslo 72, atomová váha 178,6. Třebaže je v přírodě rozšířeno více než zlato a stříbro, a vyskytuje se v některých nerostech v množství až 13%, bylo objeveno teprve v r. 1923 Costerem a Hevesym. Příčina toho je velká podobnost hafnia zirkoni, od něhož se těžko odděluje. Předvídal je už Mendělejev jako ekazirkonium. K jeho objevu dopomohla theorie Bohrova. Kovové hafnium je o něco měkčí a tažnější než zirkonium. Má hustotu 13,3 a taje teprve při 2230° . V podobě kyslíčnicku se užívá ve slitinách při výrobě vláken elektronových lamp. Rýsuje se v budoucnu jeho větší upotřebení v radioprůmyslu a jako látky krajně odolné ohni. Bylo pojmenováno podle latinského jména Kodaně: Hafnia, kde bylo objeveno.

Helium (He). Atomové číslo 2, atomová váha 4,003. Spektrální čáry helia byly pozorovány po prvé ve sluneční atmosféře v r. 1868. Na zemi je objevil Ramsay 1895 v nerostu cleveitu. Jméno má od řeckého jména slunce — hélios. Helium je po vodíku nejlehčí z plynů, má hutnost v poměru ke vzduchu 0,137. V přírodě se vyskytuje nejen ve vzduchu, nýbrž i v hlubinách zemské kůry. Vzniká při radioaktivním rozpadu prvků: částice alfa, vyletující z rozbitého atomu radioaktivního prvku, jsou kladně nabitými jádry helia. Užívá se spolu s vodíkem k plnění vzducholodí, chrání vodík od explozí. Pomocí helia bylo dosaženo nejnižších teplot na Zemi: — $272,1^{\circ}$.

Hliník — aluminium (Al). Atomové číslo 13, atomová váha 26,97. Po kyslíku a křemíku nejrozšířenější prvek v zemské kůře. Váhově tvoří 7,5% zemské kůry. Stříbrobílý, velmi lehký kov. Tvoří součást hlin, želez, slíd a mnoha jiných nerostů. Nejvíce hliníku je v přírodě soustředěno v alumosilikátech — nerostech, složených z hliníku, křemíku, kyslíku a některých kovů. Zvláště bohaté na hliník jsou bauxity — hydráty kys-

liěníku hlinitého. Jméno bauxit pochází od města Les Baux v jižní Francii, kde jsou velká ložiska. Získává se jednak z bauxitu, jednak z nefelinu. Slitin aluminia se používá ve velkém rozsahu při stavbě letadel. Čistý hliník získal poprvé Wöhler v r. 1827. Jméno pochází od latinského alumen — kamence, který je nejdéle známou sloučeninou hliníku.

Holmium (Ho). Atomové číslo 67, atomová váha 164,94. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Objeveno švédským chemikem Cleve 1879. Barva soli holmia je růžová. Pojmenováno po hlavním městě Švédska, Stockholmu.

Hořčík — magnesium (Mg). Atomové číslo 12, atomová váha 24,32. Objeven v r. 1808 Davym pomocí elektrolýsy. Pojmenován po nerostu „bílé magnesií“ — magnesia alba, která má opět jméno od maloasijského města Magnesie. Kov velmi v přírodě rozšířený. Tvoří 2,5% váhy zemské kůry. Tvoří v přírodě hlavně uhličitany a křemičitany. Soli hořčíku jsou ve velkém množství v mořské vodě. Je lehký, má hustotu 1,74, kujný a tažný, chemicky velmi reaktivní, ve slitinách však stálý. V posledních letech se značně upotřebuje v leteckém průmyslu ve slitinách s alumiínem.

Chlor — chlorum (Cl). Atomové číslo 17, atomová váha 35,457. Objeven Scheelem 1774. Pojmenován podle řeckého chloros — zelený. Je to žlutozelený plyn těžší vzduchu, nedýchatelný. V přírodě se vyskytuje v solích sodných a draselných, jež jsou rozpuštěny ve vodách oceánů, nebo v podobě ložisek kamenné soli (NaCl). Je jedním ze základních prvků chemického průmyslu, hlavně na výrobu chlorového vápna. Má značný význam při výrobě barviv, léčiv, otravných plynů. Mnoho chloru se spotřebuje při odbarvování tkaniv, papíru, při sterilisaci pitné vody a v zemědělství v boji se škůdci kultur. Chlorid sodný se uplatňuje ve velkém množství v jídle: každý člověk spotřebuje do roka 2—10 kg soli.

Chrom — chromium (Cr). Atomové číslo 24, atomová váha 52,01. Objeven v r. 1797 Vauquelinem při rozboru nerostu krokoitu, přivezeného Pallasem z Berezovského dolu na Urale. Název pochází od řeckého chroma — barva pro pestrost jeho sloučenin. Je tvrdý, křehký, velmi stálý na vzduchu i ve vodě. Hustotu má 6,9, taví se při 1920°. V přírodě se vyskytuje nejčastěji v nerostu chromitu. Užívá se hlavně v metalurgii. Chromové oceli mají velkou tvrdost a pevnost, používá se jich na nástroje, hlavně pušek a jiných zbraní; povrch kovů se chromuje na ochranu před ovzduším.

Indium (In). Atomové číslo 49, atomová váha 114,76. Objeven pomocí spektrální analýsy v r. 1863 Reichelem a Richtermem. Pojmenován podle indigové modré čáry spektra. Stříbrobílý kov, měkčí než olovo. Patří k řídce rozptýleným kovům v přírodě. Samostatné nerosty jím tvořené nejsou známy. Jako nepatrná příměs bývá v rudách kovů, hlavně zinku. Je nejlépeším kovem na výrobu zrcadel.

Iridium (Ir). Atomové číslo 77, atomová váha 193,1. Bylo objeveno v roce 1802 Smithsonem Tennantem v platinové rudě. Jméno má od řeckého iris — duha podle pestrých barev jeho solných roztoků. Jeden z nejtěžších kovů — má hustotu 22,4. Vyznačuje se tvrdostí, chemickou stálostí, taví se při 2440°. Chemicky se blíží radiu. V přírodě se vyskytuje jako průvodce platiny. V kovové formě se používá na výrobu kelímků elektrických pecí s vysokými teplotami, a na thermočlánky. Značně používán ve slitinách.

Jod — jodum (J). Atomové číslo 53, atomová váha 126,92. Za obvyklých podmínek je jod tuhá, lehce těkává látka, snadno rozpustná v mnoha rozpustidlech. Objeven v r. 1811 Courtoisem. Průmyslně se dobývá z čilského ledku v množství asi 1000 tun ročně. Bývá také v naftových vodách a v chaluhách, z nichž se dobývá. Jméno pochází z řeckého ioeides — fialkový podle barvy par. Užívá se v lékařství, v roentgenoterapii, na výrobu polarizačních skel, ve fotografii a v barvířství.

Kadmium — cadmium (Cd). Atomové číslo 48, atomová váha 112,41. Stříbrobílý kov. Objeven v r. 1817 Stromeyerem a pojmenován podle hrdiny starořeckých bájí, domnělého vynálezce zpracování kovů, jménem Kadmos. Má vlastnosti podobné vlastnostem zinku a všude jej v přírodě doprovází. Používá se místo zinku ke galvanickému kadmiování povrchu železných součástí, na zvýšení pevnosti měděných drátů, v lehce tavitelných slitinách a na výrobu žluté barvy.

Kobalt — cobaltum (Co). Atomové číslo 27, atomová váha 58,94. Objeven v r. 1735 Švédem Brandem a pojmenován podle horského šotka, kobolda. Horníci označovali tímto jménem totiž rudy, které měly vzhled stříbrných či olověných rud, ale při zpracování zklamaly. Kov šedobílý, lesklý, je tvrdý, kujný a tažný. Taví se při 1490°. Je magnetický, ale ne tak silně jako železo. V prášku pohlcuje velká množství vodíku. Fyzikálně i chemicky blízký železu. V přírodě se vyskytuje v meteoritech spolu s niklem a železem, v zemské kůře ve sloučeninách s arsenem a sírou.

Používá se pro výrobu speciálních ocelí, na barvcí smaltů a skel na modro a jako katalysátor při výrobě umělých kapalných pohonných látek z uhlí.

Krypton (Kr). Atomové číslo 36, atomová váha 83,7. Vzácný či netečný plyn, objevený Ramsayem a Traversem v r. 1898. Pojmenován podle řeckého kryptos — skrytý. V přírodě se vyskytuje jako součást vzduchu, v němž je obsažen v nepatrném množství.

Křemík — silicium (Si). Atomové číslo 14, atomová váha 28,06. Po kyslíku nejrozšířenější prvek v přírodě. V přírodě je vždy ve sloučeninách, hlavně jako kysličník křemičitý SiO_2 nebo ve formě silikátů. Kysličníkem křemičitým je tvořen křemen a jeho četné odrůdy. Důležité technické produkty, jako sklo, porcelán, cement, cihly — jsou v základě silikáty, stejně tak nejdůležitější horniny: žula, čedič, syenit a j. Objeven Gay-Lussacem 1811, ale jeho prvková podstata byla stanovena až Berzelíem v r. 1823. Název silicium je odvozen od latinského silex — křemen, křemík se odvozuje od latinského lapis cremans — kámen, dávající oheň.

Kyslík — oxygenium (O). Atomové číslo 8, atomová váha 16,0000. Jméno oxygenium znamená kyselotvorný. Objeven v r. 1774 Priestleyem. Je v přírodě neobyčejně rozšířen, tvoří 49,5 % váhy zemské kůry. Je důležitou složkou přírodních dějů, je součástí vody, většiny nerostů a všech organismů. Má velké upotřebení v kovoprůmyslu, při autogenním sváření ve směsi s vodíkem či acetylénem a v řadě chemických výrob. Tekutý kyslík nebo tekutý vzduch se používají jako silná výbušnina.

Lanthan — lanthanum (La). Prvek ze skupiny vzácných zemin. Atomové číslo 57, atomová váha 138,92. Objeven v r. 1839 Mosanderem a nazván podle řeckého lanthanein — skrývati se. Je složkou slitin, upotřebuje se k výrobě kaménků pro zapalovače.

Lithium (Li). Atomové číslo 3, atomová váha 6,940. Je nejjednějším kovem. Objeveno v r. 1817 Arfvedsonem a pojmenováno od slova lithos — kámen. Patří do skupiny alkalických kovů, je velmi chemicky aktivní, svými vlastnostmi blízký draslíku a sodíku. Je lehčí než voda — má hustotu 0,534. Soli lithia zbarvují plamen do červena. V přírodě se vyskytuje jen ve sloučeninách. Stopy lithia jsou v mnoha minerálních pramenech. Používá v akumulátorech ponorek, ve speciálních slitinách, ke sváření aluminia.

Lutecium (Lu). Atomové číslo 71, atomová váha 175,0. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Objeven v r. 1907 současně Urbainem ve Francii a Auerem v Německu. Auer nazval tento nový prvek cassiopeium, Urbainův název lutecium je odvozen od latinského jména Paříže — Lutecia Parisiorum. Mezinárodní atomová komise se přiklonila k názvu lutecium, v Rusku je častěji používán druhý název. Vyskytuje se vzácně spolu s ytterbiem.

Mangan (Mn). Atomové číslo 25, atomová váha 54,93. Byl objeven v r. 1774 Scheelem v nerostu pyrolusitu či burelu, vlastně v podstatě kyslíčniku manganičitém, který se někdy nazývá „magnesia nigra“ — černé magnesium, z čehož také bylo odvozeno jméno prvku. Čistý kovový mangan je šedobílý. Je v přírodě velmi rozšířen, tvoří v mořských sedimentech ložiska burelová a j. Používá se v kovoprůmyslu pro zušlechtnění oceli, v průmyslu barviv a v četných odvětvích chemického průmyslu.

Měď — cuprum (Cu). Atomové číslo 29, atomová váha 63,57. Je to kov, známý už v šerém dávnověku. Ve starém Římě se jmenovala „aes cyprium“ — kov cyperský, později prostě cuprum, podle ložisek na ostrově Cypru. Červenavý, pevný, tažný a kujný kov. Čistá měď se upotřebuje v elektrotechnice, má vysokou elektrickou vodivost a vodivost tepelnou. Značné upotřebení má — a ještě více měla v dřívějších dobách — ve slitinách s olovem a zinkem jako bronz a mosaz. V přírodě je jen vzácně ryzí, většinou se vyskytuje ve sloučeninách, zvláště sirných a kyslíkatých.

Molybden — molybdenium (Mo). Atomové číslo 42, atomová váha 95,95. Byl objeven a pojmenován Hjelmem 1782. Jméno pochází od označení tuhy, s níž byl neprávem zaměňován, „molybdaena“, tuha, opět dostala jméno podle podobnosti s leštěncem olověným; olovo se jmenuje totiž molybdos (řecky). Je to kov stříbrobílý, tvrdý, v žáru kujný. V přírodě se vyskytuje hlavně jako leštěnec molybdenový či molybdenit, MoS_2 , který se podobá grafitu. Kovový molybden se upotřebí ve slitinách s ocelí, které mají velkou tvrdost a pevnost. Slitina s wolframem nahlazuje platinu. Molybden se také užívá jako antikatody v roentgenových trubiciích a na háčky, udržující rozžhavené wolframové vlákno v žárovkách. S uhlíkem dává karbid Mo_2C , který je velmi tvrdý.

Neodym (Nd). Atomové číslo 60, atomová váha 144,27. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Objeven Auerem 1885 při zjištění, že didym je

tvořen dvěma složkami, neodymem („novým bližencem“) a praseodymem. Barva soli neodymu je růžová.

Neon (Ne). Atomové číslo 10, atomová váha 20,183. Netečný plyn. Objeven Ramsayem a Traversem v r. 1898 zároveň s kryptonem a xenonem. Jméno je odvozeno z řeckého neos — nový. Je v nepatrném množství přimíšen ve vzduchu. Používá se k plnění neonových žárovek, t. zv. doutnavek pro intenzivně červenou barvu.

Neptunium (Np). Atomové číslo 93. Známý dva isotopy o atomové váze 237 a 239. První z transuranových prvků. Získán v r. 1940 MacMillanem a Abelsonem bombardováním uranu neutrony. Je radioaktivní, první isotop má poločas přes dva miliony let, druhý 2—3 dny. Zjištěn v nepatrném množství i v přírodě. Jméno má podle planety Neptuna, který v sluneční soustavě následuje za Uranem.

Nikl — niccolum (Ni). Atomové číslo 28, atomová váha 58,69. Jméno vzniklo od slova „kupfernickel“ — nezpůsobilá měď, jak nazvali saští horníci červený kyz niklu, nikelin. Objeven Švédem Cronstedtem 1751. Čistý kov je stříbrobílý, dosti tvrdý, o bodu tání 1455°. V přírodě se vyskytuje v železných meteoritech a kromě toho ve sloučeninách se sírou, arsenem, antimonem, nebo vázaný na kyselinu křemičitou. Používá se k niklování, k výrobě speciálních ocelí a jako katalysátor.

Niob (Nb). Atomové číslo 41, atomová váha 92,91. Jeden ze vzácných prvků. Byl objeven Hatchettem 1801 a pojmenován kolumbium (Cb). Rose oddělil v r. 1844 od tantalu prvek, který nazval podle Nioby, Tantalogy dcery. Ukázalo se, že tento prvek je totožný s kolumbiem, ale název niob se neprávem ujal. Je to šedobílý kov, tvrdý, kujný, neobyčejně odolný vůči chemickým vlivům. Vyskytuje se v přírodě pohromadě s tantalem a titanem. Používá se ve speciálních slitinách a ocelích; niob zvyšuje pevnost svářených švů. Tvoří velmi tvrdé slitiny. Ukazuje se možnost upotřebení v elektrovakuové technice.

Olovo — plumbum (Pb). Atomové číslo 82, atomová váha 207,21. Známé už ve starověku. Je to měkký, modrošedý, těžký kov. Hustotu má 11,34, taví se při 327°. Má mnoho upotřebení. Hlavní využití je na kabely a akumulátorové desky, velké množství se spotřebuje také na výrobu kulí a broků. Tvoří součást mnoha slitin: písmenkové slitiny (liteřiny)

atd. Sloučeniny olova se používají jako běloby. V přírodě se vyskytuje hlavně jako leštěnec olovený či galenit, PbS , z něhož se olovo dobývá.

Osmium (Os). Atomové číslo 76, atomová váha 190,2. Patří ke skupině platinových kovů. Objeveno v r. 1803 Smithsonem Tennantem a pojmenováno podle řeckého osme — zápach, podle pronikavého zápachu kysličníku osmičelého. Kompaktní je málo reaktivní. Má hustotu 22,48, takže je s iridiem nejtěžší látkou vůbec. Taví se teprve při 2508° . Vyskytuje se v přírodě čisté zároveň s platinou. Slitina osmia s iridiem je neobyčejně tvrdá, používá se na hroty plnicích per.

Palladium (Pd). Atomové číslo 46, atomová váha 106,7. Prvek platinové skupiny. Objeven v r. 1803 Wollastonem a pojmenován podle planety Pallas, jež byla objevena rok předtím. Je těžnější, kujnější a měkčí než platina a ostatní prvky platinové skupiny. Dovede neobyčejně absorbovat vodík — až 600násobek vlastního objemu. Při tom zvětšuje svůj objem. Pro krásný vzhled se používá v klenotnictví.

Platina — platinum (Pt). Atomové číslo 78, atomová váha 195,23. Objevena ve zlatonosném písku řeky Pinto v r. 1735 Donem Antonio de Ulloa. Jako prvek popsána poprvé Watsonem 1750. Jméno vzniklo ze španělské zdvojnásobiny plata — stříbro. Hustota platiny je 21,4, taví se při 1773° . Je to kov velmi kujný, na vzduchu se nemění ani při žhání. Pro těžkou tavitelnost a odolnost vůči chemickým vlivům je velmi užívána v laboratořích. V přírodě se vyskytuje v čisté formě, a to hlavně v náplavech na Urale a v Kolumbii.

Plutonium (Pn). Atomové číslo 94. Transuranový prvek, následující za neptuniem. Byl získán koncem r. 1940 bombardováním uranu jádru těžkého vodíku. Je radioaktivní. Jsou známy dva isotopy. Důležitější je isotope o atomové váze 239, jehož poločas je 25.000 let. V r. 1942 bylo po prvé v dějinách vyrobeno dostatečné množství uměle vytvořeného prvku pro chemické výzkumy. Tímto prvkem bylo plutonium. Jádro plutonia se lehce rozpadá a uvolňuje ohromné množství energie, nazvané atomovou energií. Jméno odvozeno od planety Pluto, která následuje za Neptunem.

Polonium (Po). Atomové číslo 84. Atomová váha 210. Radioaktivní prvek — radium F. Objeveno Marií Skłodowskou-Curieovou v r. 1898 a

nazváno na počest její vlasti. Dosud nebylo získáno v čisté formě. Chemicky blízké telluru. Patří k uranové řadě radioaktivních prvků o poločasu 137,6 dní.

Praseodym (Pr). Atomové číslo 59, atomová váha 140,92. Objeven v r. 1882 Braunerem a Auerem 1885. Jméno má od řeckého: „zelený bláženec“, podle zelených solí.

Promethium (Pm). Atomové číslo 61. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Američan Hopkins a Italové Rolla a Fernandes oznámili téměř současně domnělý objev prvku č. 61, který první nazval illinium, Italové pak florencium. Tento objev potvrzen Mavianským Glendeninem v Oak Ridge a nazván jimi — promethium (Pm).

Protaktinium (Pa). Atomové číslo 91, atomová váha 231. Radioaktivní prvek. Objeven v r. 1917 Hahnem a Meitnerovou jako „mateřská látka“ aktinia; protos znamená prvotní. V r. 1927 byl získán v takovém množství, že mohly být zjištěny jeho chemické vlastnosti. Je to stříbřitý kov. Vyskytuje se v přírodě spolu s uranem, je zplodinou jeho rozpadu. Poločas protaktinia je 3200 r.

Radium (Ra). Atomové číslo 88, atomová váha 226,05. Radioaktivní prvek uranové řady, objeveno v r. 1898 manžely Curieovými ve smolinci. Jméno dostalo od slova radius — paprsek. Radium je kov stříbřitě zbarvený, rozkládá vodu i při normální teplotě. Je chemicky podobný baryu, proto se jeho soli těžko oddělují od solí barya. Nejpozoruhodnější vlastností radia je jeho mohutná radioaktivita, jež převyšuje několikamilionkrát radioaktivitu uranu. Radium vysílá paprsky alfa, beta i gama. Radiové sole svítí ve tmě, jejich paprsky působí na fotografickou emulsi, vyvolávají četné chemické reakce, působí ničivě na živé tkáně, ničí bakterie. Zvláště pozoruhodná je schopnost neustále uvolňovat energii ve velkém množství. Poločas radia je 1590 let. Upotřebuje se v lékařství k léčení rakoviny.

Radon (Rn). Atomové číslo 86, atomová váha 222. Nejtěžší z netečných plynů. Je produktem radioaktivní přeměny radia. Jeho poločas je pouze 3,83 dne. Rozpadá se v helium a v tuhé „radium A“. Objeven Dornem v r. 1901. Jméno je odvozeno od jména radia. Je označován také jako „radiová emanace“; původní pojmenování bylo „niton“. Používá se v lékařství, je obsažen v radioaktivních vodách.

Rhenium (Re). Atomové číslo 75, atomová váha 186,31. Jeden z prvků nejrozptýlenějších. Objeven teprve v r. 1925 manžely Noddackovými. Jméno má po řece Rýnu. Jeho vlastnosti byly předpověděny již Mendělejevem. Vzhledem připomíná platinu. Kovové rhenium má vysokou hustotu (20,5) a vysoký bod tání: 3160° . Užívá se nejvíce v elektrotechnice na výrobu vláken do zárovek, trvanlivějších než wolframových. Používá se též ve slitinách. V přírodě se vyskytuje v nerostu molybdenitu a j. v malém množství.

Rhodium (Rh). Atomové číslo 45, atomová váha 102,91. Prvek platinové skupiny. Byl objeven v r. 1803 Wollastonem, a pojmenován podle řeckého rhódeos — růžový, protože některé z jeho sloučenin mají krásně růžovou barvu. V přírodě se nachází čisté zároveň s platinou. Ze slitiny platiny a rhodia se vyrábějí přístroje na měření vysokých teplot.

Rtuť — hydrargyrum (Hg). Atomové číslo 80, atomová váha 200,61. Jediný kov, který je při normální teplotě tekutý. Rtuť byla známa již ve starověku. Jméno je odvozeno od řeckého hydor — voda a argyros — stříbro. Tuhne při teplotě $-33,9^{\circ}$, vře při 357° . Má hustotu 13,6. Rozpouští četné kovy (zlato, stříbro, cín) a dává tekuté i tuhé slitiny, zvané amalgamy. Páry rtuti jsou velmi jedovaté. Užívá se k plnění teploměrů a tlakoměrů a p., v lékařství, při těžbě zlata z rudy a k výrobě „třaskavé rtuti“. V přírodě se vyskytuje nejčastěji jako rumělka, HgS.

Rubidium (Rb), atomové číslo 37, atomová váha 85,48. Patří mezi kovy alkalické. Objeveno v r. 1861 Bunsenem a Kirchhoffem spektroanalyticky. Pojmenováno bylo po význačných rudých čarách spektra; rubidus je lat. červený. Svými vlastnostmi je blízké draslíku a sodíku. Má hustotu 1,52, taje při 39° , bod varu je 696° . V přírodě je velmi rozptýleno. Jeho největší koncentrace je v „amazonském kameni“ (zeleném živec), a to 0,1%, patrné množství Rb je také v nerostu karnallitu. Rubidium je slabě radioaktivní, vyzařuje beta-paprsky a mění se ve stroncium. Jeho poločas je 70 miliard let.

Ruthenium (Ru). Atomové číslo 44, atomová váha 101,7. Je to prvek platinové skupiny. Objeven byl v r. 1844 ruským vědcem Clausem. Jméno má od latinského jména Ruska — Ruthenia. Je křehké, má hustotu 12,26 a bod tání asi 1950° (podle jiných autorů kol 2450°). V přírodě se vyskytuje spolu s ostatními prvky platinové skupiny. Je velmi vzácné a proto nemá upotřebení.

Samarium (Sm). Atomové číslo 62, atomová váha 150,43. Patří do skupiny vzácných zemin. Objeveno Lecoq de Boisbaudranem v r. 1879 a pojmenováno podle nerostu samarskitu, který má jméno podle ruského inž. Samarského. Sole samaria barví světlo obloukové lampy růžovočervenou barvou. Je radioaktivní, vysílá paprsky alfa a mění se v neodym.

Selen (Se). Atomové číslo 34, atomová váha 78,96. Objeven Berzelielem v r. 1817, a pojmenován byl podle měsíce, ř. seléne, aby byla naznačena příbuznost s tellurem — tellus znamená Země. Vede elektrický proud, při čemž se jeho odpor mění s intenzitou osvětlení. Na tomto základě byla vyrobena fotobuňka. Chemicky je blízký síře a hlavně telluru. Má hustotu 4,8, taví se při 220,2°, bod varu je 688°. V přírodě je rozptýlen, vyskytuje se jako přírůstek síry. Kromě ve fotočláncích se upotřebuje v elektrotechnice, v průmyslu gumárenském a sklářském, a v televizi. Jeho použití je však krajně omezeno.

Síra — sulfur (S). Atomové číslo 16, atomová váha 32,06. Byla známa už ve starověku. Má několik modifikací: síra kosočtverečná, jednoklonná síra prismatická, síra amorfní (beztvářá). Krystalická síra má světle-žlutou barvu. Je v přírodě velmi rozšířena jak čistá, tak ve sloučeninách, na př. sirnicích, síranech a p. Nejznámější z nich jsou: kyz železný, leštěnec olověný, blejno zinkové, sádrovec. Užívá se jí na výrobu kyseliny sírové, v boji se škůdci zemědělských plodin (révokazem a p.), v gumárenském průmyslu. Dává se do střelného prachu, zápalek, bengálských ohňů, ultramarínu. Užívá se také v medicíně.

Skandium (Sc). Atomové číslo 21, atomová váha 45,10. Jeden z nejrozptýlenějších prvků v přírodě. Bylo předpověděno už Mendělejevem v r. 1871 jako eka-bor. Objeveno v r. 1879 Nilsonem pomocí spektrální analýsy. Jeho vlastnosti jsou jen málo prostudovány. Jméno je odvozeno od Skandinávie.

Sodík — natrium (Na). Atomové číslo 11, atomová váha 22,997. Objeven Davym v r. 1807 elektrolysou tuhého hydroxydu sodného platinyými elektrodami. Davyovy pokusy opakoval v Petrohradě s velkým úspěchem chemik-samouk Semen Prokofjevič Vlasov. Vědecké jméno vzniklo z arabského označení sody „natrun“, české odvozeno od sody. Je to kov stříbrobílý, měkký jako vosk, na vzduchu se rychle okysličuje, proto se uchovává v petroleji. Je lehčí než voda — má hustotu 0,971. V přírodě je široce rozšířen, ale jen ve sloučeninách, a to v solích sodných

nebo v silikátech a p. Sodík i jeho sloučeniny jsou velmi užívány v průmyslu: jako sůl kuchyňská, soda, Glauberova sůl atd.

Stroncium — (Sr). Atomové číslo 38, atomová váha 87,63. Patří ke skupině vápníku alkal. kovů. Objeveno v r. 1790 Crawfordem, izolováno teprve Davym v r. 1808. Je to stříbrobílý kov, chemicky velmi aktivní, proto se nachází v přírodě jen ve sloučeninách. Barví plamen do ruda. Upotřebuje se v pyrotechnice a v cukrovarnictví.

Stříbro — argentum (Ag). Atomové číslo 47, atomová váha 107,880. Drahý kov. Je známo už od starověku. Čisté stříbro je bílé, měkké a kujné i tažné. Má hustotu 10,5, taví se při 960,5°. Chemicky blízké zlatu a mědi. Na vzduchu se nemění. Vede ze všech kovů nejlépe teplo a elektrický proud. V přírodě se vyskytuje zřídka ryzí, častěji ve sloučeninách se sírou, chlorem a j. Slitiny stříbra se užívá k ražení peněz a v klenotnictví. Vědecké jméno argentum je z latinského označení stříbra, jeho kořen je však pravděpodobně již v sanskrtském argenos — jasný.

Tantal (Ta). Atomové číslo 73, atomová váha 180,88. Objeven v r. 1802 Ekebergem a pojmenován po řeckém bájeslovném hrdinovi Tantalovi. Tantal se snadno zpracovává a je velmi stálý vůči chemickým vlivům. Používá se na rozmanité chemické a chirurgické přístroje. Slitiny tantalu s uhlíkem jsou neobyčejně tvrdé, proto se užívá na hotovení pilníků a vrtáků. V přírodě je vzácný, vyskytuje se společně s niobem a titanem.

Technicium (Tc). Atomové číslo 43. Jeho existence byla předpověděna Mendělejevem pod označením eka-mangan. Podle údajů manželů Noddackových bylo zjištěno v r. 1925 roentgenospektroskopicky a pojmenováno podle oblasti Mazurie v býv. Vých. Prusku. Na návrh skutečných objevitelů Perriera a Seagrè (Univ. of California) nazván technicium. (Tc.)

Tellur (Te). Atomové číslo 52, atomová váha 127,61. Objeven v r. 1783 Reichensteinem. Klaproth potvrdil v r. 1798 tento nález a pojmenoval nový prvek tellur podle Země — lat. tellus. Chemickými vlastnostmi se podobá síře a hlavně selenu. Upotřebuje se v keramickém průmyslu, na barvení skel a jako přísada gazolinu pro urychlení hoření v motorech.

Terbium (Tb). Atomové číslo 65, atomová váha 159,2. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Bylo objeveno v r. 1878 Delafontainem. Jméno má podle

švédského města Ytterby, v jehož blízkosti byly po prvé nalezeny nerosty vzácných zemin.

Thallium (Tl). Atomové číslo 81, atomová váha 204,39. Objeveno v r. 1861 Crookesem pomocí spektrální analýsy. Jméno je odvozeno od řeckého thallós — ratolest podle zelené čáry spektra. Thallium je kov lehčí než olovo, velmi nestálý, taví se při 302° , barví plamen zeleně. V přírodě je rozptýlen. Výchozí surovinou k jeho získání je popel, získaný při spalování sirných rud některých kovů. Upotřebuje se jako součást kyselinovzdorných slitin, na výrobu optických skel a ve fotočláncích.

Thorium (Th), atomové číslo 90, atomová váha 232,12. Jeden z důležitých prvků radioaktivních. Objeven v r. 1828 Berzelielem a nazván podle severského boha války Thora. Radioaktivita thoria byla zjištěna v r. 1898 Marií Skłodowskou-Curie a nezávisle G. C. Schmidtem. Kovové thorium má hustotu 11,7, taví se při 1842° , vzhledem se podobá platině. Poločas rozpadu thoria je 13 miliard let. Rozpadem atomů thoria vzniká thoriová řada radioaktivních prvků, jejímž posledním členem je olovo s atomovou vahou 208. Z thoriových nerostů je nejdůležitější monazit a thorit, které se dobývají z monazitových písků. Kyslíčník thoričitý je spolu s kyslíčkem ceričitým hlavním materiálem na „punčošky“ Auerových lamp. Při štěpení thoria se uvolňuje velké množství energie atomové.

Thulium (Tm). Atomové číslo 69, atomová váha 169,4. Prvek ze skupiny vzácných zemin. Objeven v r. 1879 Cleveem a pojmenován podle Thule, nejsevernější země na světě. Sole thulia jsou zelené.

Titan (Ti). Atomové číslo 22, atomová váha 47,90. Prvek v přírodě velmi rozšířený — tvoří 0,6% váhy zemské kůry. Byl objeven v r. 1795 Klaprothem, izolován Wöhlerem 1857, a pojmenován po mytickém Titanovi. V Sovětském svazu jsou největší naleziště titanových rud na Urale. Je to kov stříbrobílý, velmi tvrdý a křehký, má hustotu 4,5, taví se při 1800° . Praktický význam titanu je hlavně v hutnictví. Jeho příměs pomáhá vypudit z roztavené oceli kyslík a dusík; dodává oceli tvrdosti a pružnosti. Kyslíčník titaničitý dává titanovou bělobu.

Uhlík — carbonium (C). Atomové číslo 6, atomová váha 12,010. Byl znám už ve starověku. Jméno má od lat. carbo — uhlí. V přírodě se vyskytuje jako diamant, grafit, uhlí, a v četných sloučeninách, na př. uhličitanech, v organických látkách atd. Velké množství uhlíku je ve vápenci — uhličitanu vápenatém, mramoru atd., dále ve vodě a ve

vzduchu (jako kyslíčník uhlíčitý). Užívá se jako diamant na vrtací zařízení, na řezání a broušení skla, na šperky; jako grafit na ohnivzdorné keřlímký, do ložisek místo mazadel, v tužkách, v reostatech, v elektrodách elektrických pecí; jako uhlí a nafta na topení a jako důležitý pramen energie. Ze sazí se dělá barva (černá tuš). Z uhlí se vyrábějí četné chemické sloučeniny, jako anilin, léčiva (aspirin, streptocid, sacharin), výbušniny (trinitrotoluol) a j.

Uran (U). Atomové číslo 92, atomová váha 238,07. Prvek, který do nedávna zaujímal poslední místo v periodickém systému prvků. Byl objeven v r. 1789 Klaprothem ve smolinci, ale teprve Pélígot v r. 1841 získal uran kovový. Je těžce tavitelný kov stříbrosilý, o hustotě 18,9 a bodu tání 1689°. Je radioaktivní. Právě při studiu uranu objevil Becquerel zjev radioaktivity. Rozpadem uranu o atomové váze 238 vzniká řada uranová, z uranu 235 vzniká řada aktiniová. Konečným produktem uranové řady je olovo o atomové váze 206, aktiniové řady olovo 207. Uran má několik isotopů. Převládá isotope o atomové váze 238, isotope o váze 235 se vyskytuje v množství asi 0,7%, a rozpadá se při bombardování jádra pomalými neutrony na dva téměř stejné díly, při čemž uvolňuje ohromné množství atomové energie. Isotope o atomové váze 238 je východiskem pro výrobu transuranových prvků: neptunia, plutonia, americia a curia. Pojmenován podle planety Uranu, která byla objevena krátce před objevením uranu-prvku.

Vanad (V). Atomové číslo 23, atomová váha 50,95. Objeven v r. 1830 Sefströmem a pojmenován na počest bohyně Vanadis. Je to kov ocelově šedý, velmi tvrdý a poněkud křehký, v přírodě dosti rozšířený, avšak značně rozptýlený. Dobývá se z rud titano-magnetitových a z bituminosních břidlic. Vanad se upotřebuje hlavně na výrobu velmi hodnotné oceli o velké pevnosti, pružnosti a odolnosti nárazům. Používá se jako katalysátor v chemickém průmyslu, v keramice na barvy, ve fotografování na tónování snímků, a kromě toho také v lékařství.

Vápník — calcium (Ca). Atomové číslo 20, atomová váha 40,08. Objeven Davym a Berzelíem 1808. Jméno je odvozeno od lat. calx — vápno. Patří do vápníkové skupiny alkalických kovů, je kujný, dosti tvrdý, bílý kov, který se taví při 845° a vře při 1439° (podle jiných autorů při 1240°). V přírodě je velmi rozšířen v uhlíčitých, sirných a křemitých solích. V zemské kůře je v průměru 3,4% vápníku; jen čtyři prvky (O, Si, Al, Fe) jsou v zemské kůře ve větším množství. Jako kov nemá zvláštního upotřebení.

Vismut — bismuthum (Bi). Atomové číslo 83, atomová váha 209,00. Je to křehký bílý kov s nádechem do červena. Jeho sloučeniny byly známy již ve starověku, ale tehdy jej ještě nerozeznávali od olova. Čistý vizmut byl získán teprve t. zv. Basilem Valentinem, Paracelsem a Agricolou. Je lehce tavitelný. Používá se ve slitinách v typografii a v zařízeních proti požáru. Má velikou elektrickou vodivost při teplotách, blízkých absolutní nule.

Vodík — hydrogenium (H). Atomové číslo 1, atomová váha 1,008. Nejlehčí prvek, první v periodickém systému. Tvoří asi 1% váhy zemské kůry včetně vodstva a ovzduší. Je to bezbarvý plyn, který váží jednu čtrnáctinu vzduchu. Byl objeven v první polovině 16. století Paracelsem, působením železa na kyselinu sírovou. V r. 1766 jej popsal Cavendish a zjistil jeho odlišnost od ostatních plynů. V r. 1783 získal Lavoisier vodík z vody a dokázal, že voda je sloučenina vodíku a kyslíku. Na Zemi se vodík vyskytuje jen ve sloučeninách: ve vodě, naftě, živých tkáních; čistý vodík je pouze ve vyšších vrstvách ovzduší.

Uvolňuje se též při sopečných výbuších. Spektroskopicky zjištěn na Slunci a na hvězdách. Hmota v mezihvězdném prostoru je podle dnešních představ tvořena z 30—50 % volným vodíkem, jeho atom je základní stavební jednotkou světa. Kromě vodíku o atomové váze 1 existují ještě dva vzácné isotopy o atomových vahách 2 a 3, které dávají s kyslíkem „těžkou vodu“. Vodíku se užívá k plnění balónů a vzducholodí, protože je lehčí vzduchu; při autogenním sváření dává žár 2000°. Užívá se též v průmyslu při výrobě umělého benzinu z uhlí.

Vzácné zeminy — terrae rarac (Tr). V padesáté sedmé příhradce Mendělejevovy tabulky je umístěno místo jednoho patnáct prvků navzájem velmi příbuzných. Mají atomová čísla 57—71. Shrnují se pod společným jménem „vzácné zeminy“ či „lanthanidy“. Sem patří: lanthan, cer, praseodym, neodým, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutecium a ještě nezjištěný prvek č. 61. Rozeznávají se dvě skupiny vzácných zemin: yttriová a ceritová. Jsou si navzájem velmi podobné. V čisté formě jsou to kovy o vysokých bodech tavení, které rozkládají vodu při normální teplotě. V přírodě se vyskytují vždy smíšený dohromady a jejich izolace je neobyčejně obtížná. Nejvíce vz. zemin obsahuje nerost monazit. Praktický význam má hlavně cer. Historie jejich objevení je dosti složitá. První prvek vzácných zemin byl objeven v r. 1794 Gadolinem, poslední v r. 1907 — cassiopeium = lutecium.

Wolfram (W). Atomové číslo 74, atomová váha 183,92. Byl objeven Scheele v r. 1781 v nerostu, nazvaném později scheelit, později byl nalezen též ve wolframitu (1783). V čisté formě izolován Wöhlerem. V Anglii a Francii je jmenován „tungsten“ (= „těžký kámen“, ze švédštiny), a má značku „Tu“. Je to těžký kov o hustotě 19,1, je stříbrobílý, tavi se až při 3370°. Neokysličuje se, nerozpouští v kyselinách s výjimkou lučavky královské. Pro těžkou tavitelnost a tažnost — lze z něho vytáhnout drátek o síle jedné setiny milimetru — užívá se na výrobu vláken pro žárovky, na rychlořeznou ocel, na výrobu velmi tvrdých slitin; z nich pobědit je tvrdý téměř jako diamant; užívá se na vrtání do tvrdých hornin. Z wolframu se vyrábí chemické nářadí a v kontaktech nahrazuje drahou platinu.

Xenon (Xe). Atomové číslo 54, atomová váha 131,3. Netečný plyn, objevený v r. 1898 Ramsayem a Traversem, spolu s kryptonem a neonem. Jméno pochází z řeckého xenos — cizí. V přírodě se vyskytuje jako nepatrná příměs vzduchu. Je čtyřiapůlkrát těžší vzduchu.

Ytterbium (Yb). Atomové číslo 70, atomová váha 173,04. Patří mezi vzácné zeminy. Objeveno v r. 1878 Marignacem, který je isoloval od erbia. Jméno pochází od města Ytterby ve Švédsku.

Yttrium (Y). Atomové číslo 39, atomová váha 88,92. Vlastnostmi a výskytem v přírodě blízké k lanthanidům, zahrnuje se k vzácným zeminám. Vyskytuje se v nerostu gadolinitu a xenotimu. Bylo objeveno 1794 Gadolinem. Praktické použití je dosud nepatrné.

Zinek — zinec (Zn). Atomové číslo 30, atomová váha 65,38. Byl objeven v XVI. století Paracelsem.

Zinek je kov šedobílý, vůči vodě a vzduchu dosti stálý. V přírodě se vyskytuje hlavně v nerostu sfaleritu — ZnS . Užívá se k pozinkování plechu, ve slitinách s mědí (mosaz) a j. Soli zinku jsou bílé a upotřebují se jako běloby, a také v lékařství.

Zirkonium (Zr). Atomové číslo 40, atomová váha 91,22. Objeveno Klaprothem v r. 1789 a pojmenováno po nerostu zirkonu. Kyslíčník zirkoničitý je velmi těžko tavitelný — teprve při 3000°, a při tom neobvykle stálý vůči chemickým vlivům, a proto se používá jako vysoce ohnivzdorný materiál. Zirkonium se přidává do litiny na zvýšení kvality. V přírodě se vyskytuje v nerostech, na př. zirkonu a ve složitých silikátech.

Zlato — aurum (Au). Atomové číslo 79, atomová váha 197,2. Známe už z pravěku. Je to kujný měkký kov, velmi stálý vůči kyselinám. Rozpouští se jen lučavkou královskou. V přírodě se vyskytuje převážně ryzí, vzácně v telluridech. Má hustotu 19,3. Taví se při 1063° , vře při 2677° (dle jiných autorů 2960°). Tenké zlaté folie prosvítají zeleně. Zlato je podkladem valut. Technické upotřebení není velké: na plomby, kontakty, pozlacování, fotografování a v lékařství.

Železo — ferrum (Fe). Atomové číslo 26, atomová váha 55,85. Bylo známo už ve starověku. Jméno pravděpodobně vzniklo ze sanskrtského kořene „žel“ — lesknouti se, planouti. Snadno se okysličuje a slučuje s jinými prvky. Kovové železo je ocelově šedé, je kujné. Je nejmagnetičtější z kovů. Ocel, t. j. železo s 0,2—2 % uhlíku a litina — železo s 2,5—4 % uhlíku, jsou základem kovoprůmyslu. Nejdůležitějšími rudami jsou magnetovec Fe_3O_4 , krevel či hematit Fe_2O_3 , dále uhličitán železnatý či ocelek, siderit FeCO_3 , hydroxyd železitý či hnědel a j. Železa je v kůře zemské 4,7 %, ve vesmíru je železa poměrně více. Za železnou rudu pokládáme horninu s obsahem více než 30 % železa. Celkové zásoby takových rud ve světě se odhadují na 10 miliard tun.

OBJASNĚNÍ NĚKTERÝCH SLOV, POUŽITÝCH V KNIZE:

Acetylen — C_2H_2 — plyn, který získáme působením vody na karbid vápníku. Hoří jasně bílým světlem.

Achát — vrstevnatý chalcedon, jehož vrstvy jsou různě zbarvené. Užívá se na technické nástroje a k výrobě šperků.

Akvamarin — průhledná odrůda beryllu, zbarvená modrozeleně, jako mořská voda. Cení se jako drahokam. Jméno odvozeno od lat. aqua marina — mořská voda.

Alait — velmi vzácný červený nerost. Má formulku $V_2O_5 \cdot H_2O$. Nalezen ve Střední Asii.

Alfa-paprsky — jedno z neviditelných záření, jež vzniká při radioaktivním rozpadu atomů těžkých prvků. Je to vlastně proud částic alfa, kladně nabitých jader atomu helia, jež letí rychlostí 15—20.000 km za vteřinu.

Ametyst — fialový křišťál. Nepřiliš drahý drahokam, vyskytující se na mnoha místech, na př. na Uralu a v Zabajkali.

Ångström — délková jednotka, rovná se jedné stomiliontině centimetru. Má značku Å = $1 \cdot 10^{-8}$ cm.

Anion — záporně nabitý ion.

Antracit — druh kamenného uhlí, význačný největším obsahem uhlíku 90—96 %.

Apatit — chloridofosforečnan nebo fluoridofosforečnan vápenatý. Tvoří se jednak při stydnutí nefelinových syenitů a j. hornin, nebo činností organismů (fosfority). Upotřebuje se na výrobu fosforečných hnojiv.

Aragonit — nerost, odpovídající chemickým složením vápenci ($CaCO_3$), ale lišící se od vápence jinou vnitřní stavbou a fyzikálními vlastnostmi. Z aragonitu jsou na př. hrachovec, krápníky a p.

Asbest — vláknitý silikátový nerost. Upotřebuje se na nerostné ohnivzdorné tkaniny a p. Má značný význam pro průmysl.

Beta-paprsky — jedno z neviditelných záření, které vznikají při rozpadu atomů některých prvků. Je to proud záporně nabitých částic — elektronů či beta-částic, letících rychlostí 140.000—200.000 km za hodinu.

Bitumen — směs uhlovodíků, vyskytujících se v přírodě ve stavu plynném (naftové plyny), tekutém (asfalt, nafta) nebo tuhém (ozokerit). Prostupují často rozmanité horniny: vápence, břidlice, písky, které se pak nazývají bituminosní.

Bljno zinkové či sfalerit (z řeckého: šálící) je nerost ZnS . Dobývá se jako zinková ruda. Pro proměnlivost barvy je často zaměňován za jiné rudy.

Briliant — diamant, zvlášť vybroušený. Nejcenější šperk.

Bronz — slitina mědi a cinu. Byl lidstvu znám dávno před železem. V době bronzové se hotovily zbraně i nástroje z bronzu.

Cleveit — nerost, obsahující uran a některé vzácné zeminy. Při nahláti uvolňuje množství helia, vzniklého v nerostu radioaktivním rozpadem uranu. Studující plyn z cleveitu objevili badatelé helium, známé do té doby jen na Slunci.

Diamant — krystalická průzračná forma uhlíku, nejtvrší z přírodních nerostů. Drahokam, vzniká z roztaveného magmatu při vysokých tlacích a teplotách.

Diorit — vyvřelá hornina světlešedé barvy, tvořená plagioklasy a tmavými nerosty.

Elektron — součást atomu, nepatrná částice se záporným elektrickým nábojem. Pohybuje se v orbitách kol atomového jádra, kladně nabitého. Počet elektronů odpovídá atomovému číslu daného prvku.

Elektron — velmi lehká slitina aluminia a hořčíku.

Elektronový mikroskop — mikroskop, v němž se místo světelných paprsků užívá proudu elektronů. Umožňuje zvětšení až půlmilionkrát.

Euklas — velmi vzácný nerost silikátový, složením blízký beryllu.

Flogiston — zvláštní látka, jejíž existence se předpokládala, aby mohl být vysvětlen fakt hoření. Přítomností či nepřítomností flogistonu se podle flogistonové teorie zvyšovala či snižovala teplota těles. Teorie se udržela do konce XVIII. století.

Fluorescence — světélkování, látek vyvolané světlem slunečním, ultrafialovými nebo Roentgenovými paprsky. Zhasne-li světelný zdroj, hasne i fluorescence,

Fluorit — kazivec, nerost, chemicky fluorid vápenatý CaF_2 . Upotřebuje se při výrobě kovů, v chemickém průmyslu, v optice, ve sklářství. Průzračné krystaly, které se užívají v optice, jmenujeme „optický fluorit“.

Fosfáty — sloučeniny fosforu s různými kovy. V přírodě se nejčastěji vyskytují sloučeniny fosforu s vápníkem a fluorem (apatit, fosforit atd.).

Fosforit — nerost, normální fosforečnan vápenatý: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ s vodou. Vyskytuje se v sedimentech buď v čočkách, nebo vrstvách. Používá se spolu s apatitem na výrobu hnojiv.

Gabbro — hornina, tvořená převážně ze živců a barevných silikátů (pyroxen a p.).

Gama-paprsky — vznikají při rozpadu radia a jiných radioaktivních látek. Jsou blízké Roentgenovým paprskům, ale mají větší průraznost.

Granát — složitý nerost různých barev: červený se železem, zelený s chromem, žlutý, bílý a p.

Granit — žula, hornina, tvořená živcem, křemenem, slídou, biotitem a j. Vzniká z magmatu, zchladlého v hloubce.

Hadec — serpentín, přírodní magnesiumsilikát $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Velmi rozšířený nerost. Místy se používá na výrobu drobných ozdobných předmětů.

Hornina — přírodní skupina nerostů, vázaných společným vznikem. Dělí se podle původu na magmatické (vzniklé z roztaveného magmatu), sedimentární (vzniklé sedimentací ve vodě a p.), a metamorfické.

Humínové kyseliny — složité ústrojné látky, vznikající ve svrchních vrstvách půdy ze zbytků rostlin a živočichů, žijících v půdě.

Chalcedon — průsvitný nerost, chemicky kysličník křemičitý — křemen. Pruhované odrůdy chalcedonu se jmenují acháty.

Chrysoberyll — průzračný zelený nerost, metahlinitan beryllnatý $\text{Be}(\text{AlO}_2)_2$, s příměsí železa a někdy i chromu. Vzácný drahokam.

Islandský vápenec — či dvojlomný v., průzračný krystal vápence, CaCO_3 . Paprsek, procházející destičkou isl. vápence, se štěpí, takže vidíme obrazy dva. Upotřebuje se na důležité fyzikální a optické přístroje. Vhodné krystaly jsou vzácné.

Isotopy — atomy téhož prvku, ale rozdílné atomové váhy. Mají stejný počet elektronů, ale různý počet neutronů v jádru. Chemicky se neliší. Výzkum isotopů je předmětem moderní fyziky.

Jantar — zkamenělá pryskyřice jehličnanů. Nachází se na pobřeží Baltu, upotřebuje se na šperky a na izolátory v elektroměrech.

Kalorie — jednotka pro měření tepla. Velká kalorie je množství tepla, kterým se ohřeje 1 kg vody o 1° C.

Kamenec — podvojná sůl, na př. kamenec hlinito-draselný: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, hlinito-sodný, železito-draselný atd.

Kaolin — vodnatý křemičitan hlinitý, vzniká rozkladem živců. Upotřebuje se na výrobu porcelánu. Slovo kaolin je čínské: kaolin byl nejprve zpracováván v Číně na hoře Kao-ljan či Gao-ljan.

Karát — jednotka váhy drahokamů, rovná se 200 miligramům. Jeden gram je tedy pět karátů.

Karbid — sloučenina uhlíku s kovem. Některé karbidy, na př. karbid boru, wolframu, tantalu, křemíku mají tvrdost, blížíci se tvrdosti diamantu.

Karnallit — podvojná sůl chloridu draselnatého a hořečnatého: $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. Vyskytuje se často spolu s kamennou solí. Užívá se na těžbu draslíku, hořčíku, a v chemickém průmyslu.

Kassiterit — cínovec, nerost, kysličník cíničitý, SnO_2 . Hlavní ruda cínová.

Kation — kladně nabitý iont.

Kimberlit — tmavá, téměř černá magmatická hornina, tvořená hlavně olivinem, hnědou slídou a pyroxenem, která zchladla v sopouchu. V Jižní Africe obsahuje krystalky diamantu.

Koloid — nepravý roztok, neprocházející polopropustnou blanou. Typickým příkladem koloidu je křeh.

Korund — nerost, chemicky kysličník hlinitý: Al_2O_3 . Je neobyčejně tvrdý, tvrdší než všechny ostatní nerosty kromě diamantu. Průzračné krystaly korundu se upotřebují jako drahokamy. Červený se jmenuje rubín, modrý safír, bezbarvý leukosafír atd.

Kosmické paprsky — paprsky, které vstupují do zemské atmosféry z mezihvězdného prostoru. Jejich podstata není ještě jasná; mají schopnost pronikat do velké hloubky kovovými deskami.

Kras — povrchový útvar vápencových oblastí, vzniklý rozrušováním vápenců vodou: vznikají závrtý, propasti, krápníkové jeskyně, ponorné toky a p.

Kryolith — fluorid hlinito-sodný Na_3AlF_6 . Velmi cenná ruda hliníku. Dobývá se v Gronsku.

Křemelina — sediment, tvořený křemitými skořápkami rozsivek.

Kurská anomalie — rozsáhlá oblast blíže města Kurska, kde jsou značné odchylky magnetické stříčky (magnetické anomalie), působené velkými ložisky magnetitu.

Laterit — červená půda subtropů, v níž jsou nahromaděny kyslíčníky železa a aluminia. V Sovětském svazu jsou známy laterity z Kavkazu a Adžarie.

Láva — roztavená hornina, vyvěrlá ze sopky na zemský povrch a vystdlá v proudech nebo příkrovech.

Leštělec olověný — galenit, sirník olovnatý — PbS . Olověně šedý nerost, důležitá olověná ruda. Upotřebuje se k přípravě bělob.

Leucit — silikátový nerost, obsahující hliník a draslík. Vyskytuje se ve vyvěřelých horninách. V některých zemích se dělají pokusy s dobýváním draslíku a hliníku z leucitu.

Liman — rozšířené ústí řeky, často zaplavené mořem.

Magma — roztavená hmota zemského nitra. Složitá silikátová směs. Vlivem ohromného tlaku stoupá magma do puklin zemské kůry a někdy dosahuje až na povrch. Při chladnutí tvoří horniny.

Magnetit — nerost o chemickém složení MgCO_3 . Užívá se na ohnivzdorné cihly.

Magnetit — kyslíčník železnato-železitý, magnetovec. Je silně magnetický, tvoří někdy celé hory (h. Magnitnaja, Vysokaja na Uralu a j.). Tvoří skvělou rudu železa.

Metamorfované horniny — horniny původu sopečného nebo sedimentárního, přeměněné dalšími pochody po svém vzniku.

Migrace — putování prvků v zemské kůře, kterým se buď rozptylují, nebo hromadí.

Mikron — jedna tisícinu milimetru.

Molekula — částice hmoty, tvořená jedním nebo několika stejnými nebo různými atomy.

Mramor — zrnitý, pevný vápenec, překrystalovaný pod velkým tlakem. Důležitý stavební a dekorativní kámen.

Nefelin — nerost, tvořený kyslíčnými sodíku, hliníku a křemíku. Surovina pro výrobu hliníku a ve sklářství.

Neutron — část atomového jádra, bez elektrického náboje. Váha neutronu se rovná váze protonu. Atomová váha prvku odpovídá součtu vah protonů a neutronů v jádru.

Oktanové číslo — relativní míra, již se měří odpor tekutého topiva proti výbuchu. Oktanové číslo isooktanu = 100, číslo silně vybuchujícího heptanu = 0. Mezi těmito dvěma extrémy se pak pohybují ostatní hořlaviny.

Olivin — nerost, magnesiumsilikát o složení Mg_2SiO_4 . Průzračné krystaly se zlatovým odstínem se užívají jako drahokam chrysolit.

Opál — nerost, chemicky hydratovaný kyslíčník křemičitý. Některé druhy opálů mají překrásnou hru barev a užívají se na šperky.

Pegmatit — hornina vzniklá z magmatu ke konci chladnutí, kdy je už magma nasyceno přehřátými parami a plyny. Je tvořen hlavně živci a křemenem. Pegmatity jsou bohaté na drahokamy a vzácné nerosty.

Peridotit — tmavošedá až černá krystalická vyvřelá hornina, tvořená hlavně olivinem a pyroxenem. Je bohatý na železo a hořčík.

Poločas radioaktivního rozpadu — čas, potřebný k rozpadu poloviny prvotního množství radioaktivního prvku. Každý radioaktivní prvek má stálý poločas, který může být od zlomku vteřiny do miliard let.

Porfyrické lávy — lávy, kde ve sklovité základní hmotě jsou jednotlivé velké krystaly.

Proton — část atomu s kladným elektrickým nábojem. Počet protonů v atomu je roven počtu záporně nabitých elektronů, a tím i atomovému číslu. Protony tvoří s neutrony jádro atomu.

Protuberance — výbuchy na slunečním povrchu, tvořené hlavně vodíkem. Jsou dobře zřetelný při zatmění slunce jako ohnivé sloupy. Dosahují desítek i set tisíc kilometrů výšky.

Radioaktivita — vlastnost některých — hlavně těžkých — prvků, vydávat neustále neviditelné paprsky, podobné Roentgenovým, které dovedou působit na fotografickou desku. Radioaktivní jsou prvky: uran, thorium, radium, polonium, protaktinium a j. Vydávají paprsky alfa, beta a gamma.

Radiolarie — drobnohledné organismy jednobuněčné, jejichž kostry či skořápky jsou z křemene. Mají velmi rozmanité formy schránek.

Rozsivky — diatomaceae: drobnohledné řasy sladkých i slaných vod. Jejich skořápky jsou tvořeny kyslíčným křemičitým. Místy tvoří celou horninu — křemelinu, diatomit.

Rubín — průzračná odrůda korundu, kyslíčnicku hlinitého: Al_2O_3 , zbarvená příměsí chromu. Upotřebuje se jako drahokam a k jemné mechanice. Lze jej vyrobit uměle.

Rula — hornina, proměněná tlakem a vysokou teplotou, vrstevnatá, jinak podobná žule. Obsahuje křemen, živec, slídu a j. Upotřebuje se jako stavební kámen.

Rumělka — cinnabarit, červený siřník rtuťnatý, HgS . Ruda, z níž se dobývá rtuť. Dává materiál na stejnojmennou barvu.

Sádra, sádrovec — dihydrát síranu vápenatého, $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Velmi rozšířený nerost; užívá se na př. ve stavitelství, v chirurgii a p.

Safír — průzračná, modrá odrůda korundu (Al_2O_3). Užívá se jako drahokam.

Sanytr — pův. sal nitri, ledek draselný, chem. dusičnan draselný, KNO_3 . Upotřebuje se jako hnojivo a v průmyslu výbušnin.

Seismograf — přístroj, zaznamenávající zemětřesení.

Scheelit — wolframán vápenatý, CaWO_4 . Neprůhledný, šedožlutý nerost s mastným leskem. Svítí působením ultrafialových paprsků zelenomodrým světlem. Užívá se jako wolframová ruda.

Silikáty — křemičitany, soli kyseliny křemičité. K silikátům patří nejdůležitější nerosty zemské kůry: živec, kaolin, orthoklas a j.

Sklo — umělá hmota, kterou získáme roztavením křemitého písku se sodou a vápnem. Obyčejné sklo se skládá ze 75% SiO_2 , 13% Na_2O a 12% CaO . Optické sklo obsahuje olovo. V přírodě se vyskytuje vulkanické sklo — obsidian.

Slída — obsahuje vodnatý křemičitan hlinito-alkalický, kysličník hořečnatý, železnatý, fluor atd. Štěpí se v jemné destičky. Hlavní typy slíd jsou: bílá slída — muskovit a černá slída — biotit. Bílé slidy se užívají v elektrotechnice jako isolační hmoty.

Smaragd — průzračná odrůda beryllu, zbarvená chromem světlózeleně. Drahokam.

Spektrální analýza — studium spekter plynů a par. Podle spektra je možno stanovit nejen kvalitu, nýbrž i kvantitativní složení plynu. Byla objevena v r. 1859 Kirchhofem a Bunsenem. Je to jeden z nejskvělejších prostředků k poznání složení vesmíru.

Spektroskop — přístroj ke studiu spektra.

Syenit — vyvřelá krystalická hornina, světle zbarvená, tvořená hlavně žlvcí. Liší se od žul tím, že neobsahuje křemen.

Tektit — drobný kus taveného skla. Tektity se vyskytují na mnoha místech zemského povrchu. Jsou pokládány za meteority, jejich původ však ještě není zcela vyjasněn.

Topas — nerost, chemicky fluorokřemičitan aluminia. Průzračné, vínožluté či fialové krystaly se užívají jako drahokamy. Vyskytuje se v pegmatitových žilách.

Třaskavá rtuť — sloučenina $\text{C}_2\text{Hg}(\text{NO}_2)_\text{N}$, vybuchující při nárazu, při nahřátí a p. Užívá se jako detonátoru při náložích dynamitu a j.

Větrání — rozpad hornin a nerostů vlivem fyzikálního a chemického vlivu vzduchu a vody.

Virus — drobnohledem nezjistitelní původci chorob člověka, živočichů i rostlin. O tom, zda jsou živé či ne, jsou spory.

Žíla — puklina v horninách, vyplněná nerosty, vykrytalovanými z magmatu či z roztoků horkých nebo chladných.

Žula — v. Granit



ZEMĚ LABORATOŘ

A. E. Fersman

Z ruského originálu *Занимательная геохимия* přeložili dr Emil Hadač a Marta Hadačová. Překlad po stránce odborné přehlédl univ. prof. dr F. Slavík. Kresby podle ruského originálu Vratislav Žižka. Obálku navrhl František Skála. Vydalo roku 1950 nakladatelství Mladá fronta v Praze jako 8. svazek edice Věda mládeži, kterou řídí dr Milan Hašek. První vydání vyšlo nákladem 8.000 výtisků. Vytiskla Mladá fronta v Praze. Cena brožovaného výtisku Kčs 60.—, vázaného Kčs 79.—. Publikace číslo 253.

Prosíme čtenáře, aby napsali svůj názor na tuto knihu, její obsah, zaměření, překlad a technické vypravení, své připomínky, ocenění či kritiku případných nedostatků na adresu: nakladatelství Mladá fronta, redakce Praha II, Spálená 53.