

Na skrajnih mejah vročine in mraza.

Spisal *prof. dr. Simon Šubic.*

I.

Pridelovanje umetnega ledu.

Davno so že znali ljudje zvodiniti in strditi ali zledeniti vodene sopare z mrazom in tlakom, vendar se je šele l. 1823. posrečilo Faradayu, da je zgostil do tekočega stanja več snovi, ki so bile dotlej znane le kot plini. Med drugimi plini je Faraday zvedenil klor. Ogljikova kislina se je ustavljala še celih dvanajst let, a l. 1835. je Faraday zvedenil tudi njo s tem, da je ohladil njen plin do $-100^{\circ} C$.

Zdaj je bilo znano, kako se vodené plini; z mrazom in tlakom so kemiki zgoščevali plin za plinom. Nekaj pa se jih je trdovratno ustavljalo, med njimi kisik, dušik in vodik. Ker jih niso mogli zvodiniti, so jim dali ime nezvodeničnih, trajajočih ali permanentnih plinov.

Natterer je iznašel stiskalnico za pline, ki jako dobro deluje, in ž njo se je ogljikova kislina najlažje vodenila in ledenila.

Ker je to izpreminjanje jako zanimivo in poučno, hočemo v naslednjih vrsticah razložiti, kako se vodeni ogljikova kislina. Vzemimo kos apnenca ali kos krede! V apnencu je ogljikova kislina spojena s kovinsko prvino, ki jo imenujejo kemiki kalcij. Če ga polijemo z žvepleno kislino, tedaj ta izžene ogljikovo kislino iz njene spojitve s kalcijem. Žveplena kislina se spoji s kalcijem in tvori novo snov — mavec ali „gips“ —, ogljikova kislina pa je prosta in uide v plinasti obliki. Ker je ogljikova kislina brezbarven plin, je ne vidimo, a spoznamo jo lahko: Ako se ji približamo z lučjo, takoj ugasne. Ako ti v kleti ugasne luč, je to znamenje, da je v njej preveč ogljikove kisline. Ker je težja od zraka, leži ob tleh; zato v taki kleti ne smeš počepniti, da se ne zadušiš v njej, ker je zelo škodljiva pljučam. Ako vjamemo ta plin in ga nabereмо v

večji zaprti posodi, ga z Nattererjevo stiskalnico lahko posesamo iz prve posode in stlačimo v malo steklenico. Ta posoda mora biti močna, ker stlačeni plin močno pritiska na njene notranje stene. Če ni dovolj močna, jo plin razžene, in če je steklena, jo zdrobi na kosce, ki se razleté na vse strani in lahko nevarno poškodujejo poizkuševalca. Zato je najbolje, da rabimo močno posodo iz kovanega železa.

Čim bolj tlačiš plin v posodo in v čim večji mraz ga postaviš, tem hitreje se v posodi vodeni ogljikova kislina. Če hočeš izvedeti, ali je plin že zvedenel, vzameš posodo v roko in jo potreseš. Ako slišiš v njej pljuskanje, kakor bi bila voda njej, veš, da je plin zvedenel.

Profesor Redtenbacher nam je l. 1853. razkazoval take poizkuse. Ko je polagoma odpiral čep posode, v kateri je z Nattererjevim strojem zvedenil ogljikovo kislino, je kar zavriščalo in se pokadilo okoli njega. Ko je spustil ta curk zvodenele kisline v kovinsko ploščnato škatljico, se je zvedeneli plin tako ohladil od silnega raztezanja, da je zmrznila ogljikova kislina in napolnila škatljico, da jo je bilo videti, kakor bi bila polna čisto belega snega. Od mraza, ki ga je naredila stisnjena zvodenedla ogljikova kislina, ko se je raztezala, je zledenela sama! Z zledenelo ogljikovo kislino, ki jo je dejal v razbeljeno platinasto čašo, da je hitreje izpuhtevala, je znižal Redtenbacher toplino do $-99^{\circ} C$.

Dandanes se s pridelovanjem zvodenele ogljikove kisline bavi obširna obrt, ker se je mnogo potrebuje pri prodaji in pri ohlajevanju piva in vina, po tovarnah, po lekarnah in drugod. Izmed mnogih drugih tovarn je razpošlje samo „Družba za ogljenokislno obrt v Berlinu“ na leto sto milijonov litrov v tekočem stanju. Vsak kilogram stane krčmarja 36 do 40 vinarjev.

Pod navadnim zračnim tlakom vre zvedenela ogljikova kislina že pri $-80^{\circ} C$; zato dela jako hud mraz, ako se združi z drugimi primesmi, ki vró tudi pri nizki toplini.

Najimenoitnejša je uporaba takega umetnega mraza za pridelovanje umetnega ledú, za čigar proizvajanje se uporablja zvedenela ogljikova kislina že od l. 1867. sem.

Nekdaj so morali v toplejših letih, posebno od l. 1862. do 1873., za obrtnijo potrebni led dovažati celi Evropi iz Skandinavije in s švicarskih planin; dandanes pa se po vseh večjih mestih prideluje umeten led domá poleti in pozimi. Umetno pridelani led je še celo boljši od naravnega ledu, ker je bolj čist, skoro brez mikrobnih zajedavk, in torej bolj zdrav. Odkar je jel Pasteur preganjati zdravju škodljive mikrobe in bacile z vročino, se voda dobro prekuha, preden se dela led iz nje.

Velike množine umetnega ledu se rabijo v pivarnah, po krčmah, pri mesarjih in slaščičarjih, v bolnišnicah, na ladijah, po tropskih krajih in za ohranjenje jedi in pijače. In koliko se ga porabi pri drugih obrtih! Velike množine umetnega ledu rabijo n. pr. vrtnarji, ki vzgajajo cvetje v zimski dôbi in morajo narediti zato umetno zimo v polletju!

Kako se pa prideluje umetni led? Oglejmo si snovi in stroje, ki jih rabi obrt pri pridelovanju ledú!

Čim nižja je toplina, pri kateri vre snov, in čim več gorkote povžijejo njeni soparji, tem več mraza nastane po izpuhtevanju. Da moremo izračunati ta učinek, moramo vedeti, pri kateri stopinji gorkote dotična snov zavre in koliko gorkote povžije. Za vodo, za eter, amoniak in za ogljikovo kislino kaže te stopinje sledeči pregled:

	voda	eter	amoniak	oglj. kislina
vre pri	$100^{\circ} C$	$+ 35^{\circ}$	$- 38.5^{\circ}$	$- 80^{\circ} C$
toplote povžije	$540 K$	$90 K$	$315 K$	$84 K$

Črka *K* pomenja ‚kolorijo‘, in številka nam kaže, koliko kilogramov vode bi se s to gorkoto ogrelo za $1^{\circ} C$.

Izmed teh snovi se je izpočetka rabil za pridelovanje ledú večinoma eter, sedaj pa posebno amoniak in zvedenela ogljikova kislina.

Ogljikova kislina prekaša s svojim vrenjem in močnim izpuhtevanjem pri nižji toplini učinek amoniaka, dasi amoniak požira več gorkote. Na drugi strani pa daje amoniak manj opravila, ker mu ni treba zraka izsesavati iz posode, v kateri izpuhteva, kakor se mora izprazniti prostor nad izpuhtevajočo ogljikovo kislino. Pri amoniaku stori namreč voda sama to delo; saj tako željno požira amoniak, da se ga pri $0^{\circ} C$. ne navžije, dokler ga vsak liter vode ne popije 1050 litrov! Ugodno je tudi to, da se amoniaka ne potrti in ne izgubi nič; zakaj če ogreješ vodo, ki ga je posrkala vase, ti ga zopet izpusti iz sebe; in če se to godi v zaprti posodi, tlačijo amoniakovi soparji sami sebe; v tem pritisku amoniak zvedeni sam, ne da bi ga bilo treba stiskati z Nattererjevim strojem.

L. 1867. je F. Carré začel pridelovati led z amoniakom. Njegova priprava je bila sledeča: Mislimo si dvoje zaprtih posod, zvezanih z cevjo! Ena je prazna zraka, druga deloma napolnjena z zvedenelim amoniakom. Začetek je bil kaj enostaven. Z amoniakovo vodo napolnjena posoda se postavi na vroče ognjišče, prazna pa v mrzlo vodo. Vročina izžene plin iz prve posode, plin gre po cevi v ohlajeno prazno posodo ter se ondi zvedeni. Ko se nabere precej zvedenelega amoniakovega plina, se pa naredi obratno. Posoda se postavi z ognjišča v mrzlo vodo, posoda z zvedenelim plinom pa se dá k tisti snovi, ki jo nameravamo ohladiti, na primer k vodi, iz katere hočemo narediti led. Ko tedaj amoniak čvrsto izpuhteva, ohladi stene svoje posode tako močno, da zmrzne stoječa voda ob njih. Amoniakov plin pa, ki je opravil svoje delo, gre po cevi v drugo posodo, kjer ga zopet poseša mrzla voda in nabere za drugo pot. Veliki stroji, narejeni po F. Carré-jevi osnovi, dadó na

vsak kilogram pokurjenega premoga po deset kilogramov ledú.

Zdaj se pa prideluje led večinoma z mrazom, ki ga dela izpuhtevanje zvodenele ogljikove kisline v zraka praznem prostoru. Parni stroj goni zračno sesalko ter sesa sopar iz zaprte posode, v kateri izpuhteva ogljikova kislina. Le-ta izpuhtevalnica ima podobo po dolgem s cevmi prepreženega kotla. Po teh cevéh odtekajoči, do -80°C . ohlajeni soparji ogljikove kisline delajo mraz po cevéh in po okolici. Tedaj se ohladé tudi v dotiki z cevmi stoječe ploščnate posode, ki so napolnjene z vodo. V teh posodah zmrzuje voda in dela led.

S sneženo ali kristalizirano ogljikovo kislino se delajo hladivne zmesi z drugimi tekočinami, ki pod navadnim zračnim tlakom vró pri nizki toplini. Zmes strjene ogljikove kisline z eterjem dela mraz, ki ima -77°C . stopinj. V zraka prazni posodi ima ta zmes -103°C . mraza. Pri tej toplotni stopinji kristalizuje zvodenedla ogljikova kislina. Če se v tako zmes dene metilov eter, ki se je že poprej ohladil z izpuhtevajočo ogljikovo kislino, dobi zmešan s kristalizirano ogljikovo kislino tako nizko stopinjo, da meri nje mraz -120° in včasih celó -140°C .

II.

Zvodenjenje plinov.

„Permanentni“ plini, ki smo jih omenili v začetku razprave, so se sicer dolgo časa ustavljali zvodenjenju, a slednjič so jih vendar ukrotili fiziki in kemiki. Zaporedoma so jih zvodenedli Raoul Pictet, Wroblewski in Olszewski, L. Cailletet, J. Dewar, Linde in drugi.

Rekli smo, da je začetkom vodenila in ledenedla pline ogljikova kislina, zgoščena z Nattererjevim strojem. Raoul Pictet pa je l. 1877. zvodenedl kisik na drug način s pomočjo mraza in tlaka. Tlak je povečal do petstokratnega zračnega pritiska ali do petsto atmosfer, mraz pa je znižal do -140°C . Ko je odprl zamašek svoje zgostivne posode,

v kateri je hladil in stiskal kisikov plin, je planil iz nje jeklenomoder voden curk, ki je imel v sebi celo nekaj zgoščene plinove snovi.

Največ zaslug za izdelovanje strojev, s katerimi se dela hud mraz, dosti večji od -100°C ., si je pridobil R. Pictet. Ta je v Berlinu ustanovil „Društvo za zvodenjenje plinov“, in to ga je potem podpiralo, da je mogel v svoj laboratorij postaviti stroje, ki stanejo po več sto tisoč mark.

Stroj za pripravljanje najhujšega mraza obstoji iz več, deloma navpik stoječih, deloma ležečih cevi s podvojenimi stenami. Cev objema cev, tako da ostane med njima nekaj prostora. V teh cevéh se plini zgoščujejo in razgoščujejo. Raoul Pictet dela mraz tako-le: Najprej se cevi-zgostivnice ohladé do -100 ali -110°C . s tem, da se v objemajoči zunanji cevi izpuhteva zmes zvodenedle ogljikove kisline in žveplene sokisline. Ko ta zmes izpuhti in ohladi cevi do -100°C . in še bolj, se izsesa njen plin iz cevi; ta se ohladi, zvodenedl in prihrani za drugič. Potem se vzame na pomoč zvodenedli etilen, ki izpuhteva v izsesani zunanji cevi. Pri njegovem izpuhtevanju nastane tolik mraz, da se toplina notranje cevi zniža do -150 ali do -155°C .

Notranja do -155°C . ohlajena cev je napolnjena s tistim plinom, katerega poizkušavec namerava zvodenedliti, n. pr. s kisikom, dušikom, z zrakom ali s kakim drugim plinom. Nato se pa tako ohlajeni plin stisne v notranji cevi pod tlakom 120 ali celó 200 atmosfer.

V tem mrazu in pod tolikim pritiskom zvodenedl zrak in tudi drugi plini.

Če se zvodenedl zrak pretoči v drugo prazno cev, kjer nič ne ovira izpuhtevanja, ti napravi še hujši mraz, in toplina se zniža do -210 in do -213°C .

Zvodenedl zrak je čista, vodi podobna tekočina sijajne višnjevkaste barve, etilenova tekočina pa je brezbarvna.

Dne 24. grudna 1877. se je v pariški akademiji čitalo dvoje važnih poročil. Dva fizika L. Cailletet in Raoul Pictet, sta

opisovala svoje srečne poizkuse z zvođenjem plinov. Neodvisno drug od drugega sta obadva meseca grudna tega leta dospela do zvođenitve kisika.

L. Cailletetov aparat je nekaka hidravliška stiskalnica. Tlačena voda potiska živo srebro v cev, ki je napolnjena s plinom. Ta cev pa se moči v hladivni zmesi. Polagoma se je stiskal kisik pri nizki toplini — $29^{\circ} C.$, tlak je narastel do 300 atmosfer, a kisik še ni hotel zvođeneti.

Pri takih poizkusih s permanentnimi plini je L. Cailletet prvič zapazil, da kisik, če ga prav ta pritisk in ta mraz ne moreta izpremeniti v tekočino, vendarle takoj zvođeni, če se mahoma odjenja s pritiskom.

„Kako je to?“ bo zavzet vzkliknil, kdor vé, da se vodení soparji tem bolj zgoščujejo in tem hitreje vodené, čim bolj se stiskajo. Saj zvođeneli plini takoj zopet stopijo v svoje prvotno stanje, ako odneha pritisk! — A vkljub temu je tako, ako se mahoma odneha s pritiskom. Prav navaden poizkus nam pojasni, kako je to mogoče.

Pred nama na mizi stoji steklenica, ki drži dva litra. Na dnu je nekaj vode, vrat je dobro zamašen, da zrak ne more ne vun ne noter; skozi zamašek pa je vtaknjena steklena cev, ki je zunaj podaljšana s kavčukovo cevjo. Če sedaj potlačiš z zračno sesalko malo zraka v steklenico, ali če sam močno popihaš skozi cev in hitro stisneš kavčuk, da zrak ne more nazaj, imaš v steklenici nad vodo vjetega nekaj zgoščenega zraka. Seveda ne vidiš, kaj dela ta stlačeni zrak. Fizik, ki je takega tlaka vajen, pa ti pové, da tlak povečuje toploto nad vodo v steklenici. Pri povečani toploti izpuhti več vode, več soparjev se primeša zraku v steklenici — pa jih ne vidiš. Če pa v tem trenutku mahoma odpreš cev — puhne stlačeni zrak iz nje; v steklenici je sicer odjenjal tlak, pa vendar se nad vodo pokaže meglica v znamenje, da se je zvođeno nekaj soparjev. Iz tega moremo posneti, kaj se godi pri Cailletetovem poskusu. Plin se namah raztegne ter oddá v obliki dela, ki ga opravi z raztezovanjem, toliko svoje gor-

kote, da se ohladi do $-200^{\circ} C.$! Ta znamenita iznajdba daje poskuševavcem novo sredstvo za hitro povečevanje mraza — torej novo pomoč za zvođenjevanje permanentnih plinov.

Ta pripomoček, ki ga je skoro slučajno našel pri marljivih poskusih, je porabil L. Cailletet pri zgoščevanju kisika. Ko je stisnil plin do 300 atmosfer in ga ohladil z žvepleno sokislino do $-29^{\circ} C.$ in je namah odjenjal s pritiskom — se je pokazala megla v steklenici. In iz te megle se je poleglo, kakor polega rosa po steklu, nekaj kapljic zvođenelega plina — kisika. S tem, da je pritisk hipoma ponehal, se je toplina znižala do $-200^{\circ} C.$

Na enak način je Cailletet zgoščeval in zvođeni dušik in zrak — in posrečilo se mu je pri obeh. Pri svojih poizkusih z vodikom pa ni dosegel pravega uspeha; le to se mu je zdelo, da je stlačeni in ohlajeni vodik popihal s seboj nekaj kapljic, ko mu je naglo odprl zamašek.

Večje poizkuse je delal R. Pictet v Genévi. Prvi aparat, v katerim je zgoščeval pline, je bil silo sestavljen. Zanimivo je zvedeti, kako je prenašal to napravo. V železni posodi je grel in kahal klorovokislino. Ko se je ta tvarina dobro razgrela, se je razvijalo iz nje mnogo kisika. Razviti kisik je napolnil bakreno cev. V tej cevi se je sčasoma nabralo toliko plina, da je sam sebe stiskal z 300 do 500 atmosferami. Ko se je od tako hudega pritiskanja cev ogrela, jo je bilo treba hladiti. To je storila zvođena ogljikova kislina, v katero je bila vtaknjena ona bakrena cev z zgoščenim kisikom. Tedaj se je toplina vjetega in zelo stlačenega kisika znižala do mraza — $130^{\circ} C.$

Ali je sodelovanje tlaka in ohladitve v bakreni cevi res zvođeno kaj kisika ali ne, to se ni moglo videti, ker je kovinska cev neprozorna; a pokazali so ga fizikalni učinki na barometru in pri odpiranju zamaška. Ko je namreč R. Pictet odprl zamašek, se je udrl iz njega silovit curk. V sredi tega curka se je z električno lučjo opazilo nekoliko kisikove tekočine.

Enak uspeh se je dosegel pri poizkusih z vodikovim plinom, ki se je tlačil s 650 atmosferami, in pri hudem mrazu — $140^{\circ} C$.

Večje množine zvođenih plinov sta prva dosegla Avstrijca Wroblewski in Olszewski v Krakovu. L. 1883. sta zvođenila zrak in dušik.

Prof. Olszewski stoji v prvi vrsti med fiziki, ki se bavijo z zvođenjem plinov. Njemu se je posrečilo, da je prvi došel do hudega mraza — $225^{\circ} C$. To nizko toplino je dosegel z izpuhtevanjem zvođenelega dušika v zraka praznih posodah. Če nad zvođenim dušikom odpreš hipoma s sesalko izpraznjeni prostor, izpuhteva njegova voda tako silno, da se izpremeni od hudega mraza v trdo snov, ki je podobna snegu. V tem mrazu zvođeni kisik.

Dolgo se je trudil, da zvođeni najtrdo-vratnejši plin, vodik. Ti poizkusi so tako znameniti, da si jih moramo natančneje ogledati.

V močno stekleno cev, katero si ohladil z zvođenim kisikom do — $211^{\circ} C$, je natakčil vodika, da je pritiskal ob stene z 140 atmosferami. Ko se je vodik ohladil do — $211^{\circ} C$, mu je mahoma odprl zamašek. Stlačeni in ohlajeni vodik se je pri svojem hipnem iztoku raztegoval in se boril zoper nasprotni tlak. S tem delom se je ohladil do še nižje temperature. Pri tem silovitem iztoku so se v vodikovem curku pokazale meglice, ki niso mogle biti nič drugega, nego zvođeni vodik, kakor tudi meglice, ki jih pozimi dela v zraku naša sapa, niso nič drugega, nego vodeni sopari.

Pozneje je Olszewski poizkušal na drug način in prišel do spoznanja, da zvođeni vodik vrè pri hudem mrazu — $243^{\circ} C$. Z daljnimi poizkusi je spoznal, da pod navadnim srednjim zračnim tlakom vre zvođeni zrak pri toplini — $191^{\circ} C$, kisik pri — $181^{\circ} C$, dušik pri — $194^{\circ} C$.

Kdor hoče povečati množino zvođenih plinov, mora pomnožiti ohladitev in mraz. Večji mraz se doseže posebno z etilenovim plinom, čigar tekočina vre pri mrazu — $136^{\circ} C$. Z etilenom, ki jima je delal tak mraz s samim izpuhtevanjem, ako se nad

njo zniža zračni tlak do 25 milimetrov, sta Wroblewski in Olszewski dosegla toliko množino zvođenelega kisika, dušika, zraka in ogljikovega okisa, da sta jih dalj časa ohranila v obliki mirne tekočine. Dušik in ogljikov okis sta izpremenila celó v led.

Zelo hladivni etilen se pretaka po zviti bakreni cevi, ki je obdana z drugo hladivno zmesjo, obstoječo iz strjene ogljikove kisline in iz eterja. Če se to zniževanje topline in izpuhtevanje podpira še z zračno sesalko, ki sesa iz aparata etilenove soparje, se zniža toplina do — $150^{\circ} C$. Če se sedaj plinu, ki je stlačen v postranski cevi do 120 atmosfer, odpre hipoma pristop v tako ohlajeni etilenov prostor, se razprostira silno hitro in močno deluje, da premaga naposled tlak. Izguba energije ga ohladi še bolj, plin zvođeni — in poizkuševavec pokaže gledavcem plinovo tekočino v prozorni cevi!

Olszewskemu se je celo posrečilo, da je z zmanjševanjem tlaka ohladil kisik do — $220^{\circ} C$. In s pomočjo takega mraza je zgotvil in strdil marsikatero snov, katere dotlej še nihče ni videl v trdi podobi. Ko je tlak nad zledenim dušikom znižal do 4 mm, se je temperatura znižala celó do mraza — $225^{\circ} C$.

Še večji mraz si je Olszewsky napravil s tem, da je vodik s kisikom stisnil do 150 atmosfer, potem pa polagoma zniževal pritisk do 20 atmosfer. Pri tem je opazil, da je vodikova snov vzkípela, kakor bi jo kaj napihovalo. Imel je torej pred seboj nekoliko zvođenelega vodika, čigar toplina ni znašala več kot — $234.5^{\circ} C$. Ko je potem znižal tlak do ene atmosfere, je kipeči vodik imel toplino — $243.5^{\circ} C$.

Če bi torej mi našli kje v prirodi zvođeni ali celó zledeni vodik, in če bi ga ogrevali pod navadnim zračnim tlakom, bi jel vreti, ko ga ogrejemo do — $243.5^{\circ} C$.

Tudi iznova najdena plina argon in helij je Olszewski izkušal zvođeniti. Z argonom se mu je to posrečilo, s helijem pa ne. Nič ni pomagalo, da je helij stisnil do 140 atmosfer in ga s pomočjo zvođenelega pod znižanim (10 mm) tlakom vročega zraka

ohladi do $-214^{\circ} C$, potem pa hitro znižal tlak do dvajset ali celo do ene atmosfere. Vsa ta preizkušena sredstva niso pomagala nič, niti meglica se ni prikazala v tem plinu. Temu nasproti pa je vodik v enakem stanju pokazal meglico kot znamenje, da se vodeni. Torej je helij še trdovratnejši od vodika; zato ga imenujemo „najpermanentnejši plin“, in za termometrovo snov je dosti bolj primeren kot zrak. Pri teh najtrdovratnejših plinih je bil mraz tako hud, da ga ni bilo moči določiti naravnost z nobenim aparatom, pač pa se je preračunil termodinamičnim potom na $-263,9^{\circ} C$. In to je skrajna meja mraza, ki so ga dosegli doslej. Tej toplini manjka samo še $9^{\circ} C$. do spodnje meje takoimenovane „absolutne topline“, ki se je po plinih preračunila na $-273^{\circ} C$.

Marsikatero posebnost zvođeneli plinov nam je odkril profesor James Dewar. V svojem govoru v „Royal Institution“ je pripovedoval, kako je zvođenil kisik s pomočjo zvođenelega etilena. On pravi: „Če se zvođeneli kisik precedi skozi papirnato cedilo, ki ga očisti ptujih primesi, je popolnoma čist; le malo medlo-modre barve se mu pozna. Na zrak postavljen vre močno s sikajočim vriščem. Goste megle se vzdigujejo iz njegove tekočine. Na vodo vlit plava po vodi kakor olje, pa hitro izpuhti. Kjer se dotakne vode, ondi se naredi led. Ko kisik vre, je zelo mrzel, kajti njegova toplina znaša med vrenjem $-184^{\circ} C$. Če se pa zvođeneli kisik zapre v zraka prazno posodo, izpuhteva tako silovito, da se ohladi do $-200^{\circ} C$.

Če se v vroči kisik vtakne steklena cev, se od hudega mraza zgosti v njej zrak, se nabira v podobi rose po stenah ter kapljá

iz odprte cevi, kakor voda. Zvođeneli zrak je bolj čist, kot zvođeneli kisik, tudi vre bolj mirno in je težji od vode.

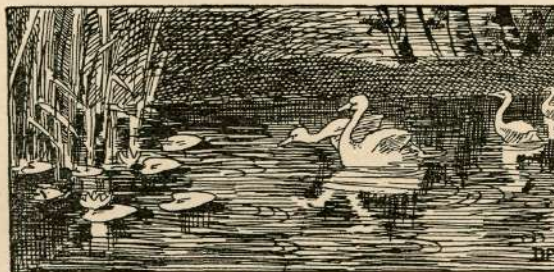
Če vtakneš tlečo trsko v zvođeneli zrak, se ne vname takoj s plamenom; pač pa se vname pozneje v kisiku, ki izpuhteva na površini potem, ko je gorkota izgnala nekaj hitreje vročega dušika. Če tlečo trsko vtakneš naravnost v zvođeneli kisik, se pa ne vname s plamenom zaradi prehudega mraza.

Dne 19. grudna 1896 je Dewar predaval v „Chemical Society“, kako je v okrogli zraka prazni posodi z močnim pritiskom in hudim mrazom zgoščeval zrak, dobil pol litra zledenelega zraka in ga obdržal cele pol ure v tem stanju. Od začetka je strjena tvarina nekako neokorna prozorna žolica, zmes trdega dušika in zvođenelega kisika.

V zvođenelem kisiku je poizkušal vžgati razne tvarine. Vžgan vodenčev curk gori pod gladino kisikove tekočine. Pri gojenju se dela voda, in kar se je naredi, odteka v podobi snega! Tudi grafit in demant gorita v sredi kisikove tekočine. Iz tega se žiganja nastane pri obeh zledenela ogljikova kislina.

Ko je J. Dewar ohladil do 200 atmosfer stisnjeni vodik do topline vročega zraka $-194^{\circ} C$, se mu je pokazal pri na mah odprtem zamašku zvođenel vodenčev curk. Od začetka ga ni mogel nabrati kakor vodo. Ta zvođeneli vodenčev curk naredi s svojim mrazom v kratkih minutah več kubičnih centimetrov v podobi snega zmrznjenega zraka. In ta strjeni zrak je čisto drugačen od prejšnje žolice, ki se je naredila po pritisku in mrazu med razgoščevanjem zraka.

(Dalje.)



Na skrajnih mejah vročine in mraza.

Spisal *prof. dr. Simon Šubic.*

(Dalje.)

Devar je poizkušal zvodiniti vodeneč s posebno umetno osnovanim novim aparatom, ki so mu ga celo leto izdelovali trije odlični inženêrji. Stlačil je vodence do 180 atmosfer in ohladil do $-205^{\circ} C$. Tako stlačeni in ohlajeni vodenečev plin je neprenehoma iztekal iz grla zvite še bolj mrzle cevi v posrebrnjeno zraka prazno posodo s podvojenimi stenami. Iz te posebno umetno izdelane posode je jel kapati zvodenedli vodeneč v drugo po dvakrat osamljeno posodo, ki je stala zopet v tretji zraka prazni posodi.

Iz te posode se je dne 10. maja 1898. v petih minutah nateklo 20 kubičnih centimetrov zvodenelega vodenača. Čez pet minut pa je od prehudlega mraza zmrznil vodenečev curk, ker se je strdil zrak po cevéh!

Zvodenedli vodeneč je čista tekočina brez barve, podobna zgoščenemu in zvodenelemu zraku.

Večina omenjenih sredstev, s katerimi so vodenedli pline Raoul Pictet, L. Cailletet, Wroblewski, Olszewsky, I. Dewar in drugi, se opira na uporabo močnega pritiska, ohlajevanja in izpuhtevanja pri znižanem tlaku in pri hudem mrazu.

Nedavno je R. Pictet precej olajšal to delo. V Berolinu in v Parizu je osnoval posebne delavnice za zgoščevanje in ohlajevanje plinov. Da se plini izdatnejše hladé, je vpeljal tako imenovano Pictetovo tekočino, ki ni nič drugega kakor zmes ogljikove kisline in žveplene sokisline. To zmes stisne do 2 atmosfer, na to zniža tlak nad njo do 2 milimetrov barometrovega tlaka. V takem stanju izpuhtevajoča Pictetova zmes zniža toplino do $-80^{\circ} C$. S to zmesjo hladi do 14 atmosfer stisnjeni duškov oksidul, ga ohladi do $-80^{\circ} C$. Ko zvodenedli ta snov,

jo prelije v drugo posodo, v kateri je malo zračnega tlaka; tedaj nastane vsled hitrega izpuhtevanja tak mraz, da s to posodo v dotiki stoječi zrak kar naravnost zvodenedli.

Jako enostaven način za vodenedenje plinov je v zadnjem času iznašel prof. Linde v Monakovem. On ne potrebuje nič drugega za zvodeneditev plina, nego tisti mraz, ki ga naredi stlačeni plin sam, ko se razteza, ko premaguje nasprotni tlak in se ohlajuje od tega dela.

Ko je Linde ohladil zrak do $-140^{\circ} C$, se mu je zrak v aparatu izpremenil v tekočino. V dvajsetih urah je pridela osem litrov zvodenelega zraka! Ta zrakova tekočina je imela nekoliko modrikasto barvo.

Ko je Linde znižil tlak v notranji cevi, kjer je stala zrakova tekočina, do ene atmosfere, je zvodenedli zrak jel vreti pri toplini $-192^{\circ} C$. Če primerjamo ta mraz vročega zvodenelega zraka s toploto $+100^{\circ} C$ vroče vode, spoznamo, da stojita vrelišči zrakovo in vodeno narazen skoraj za celih 300 Celzijevih stopinj.

Kaj zanimivi so nekateri poizkusi z zvodenedlim zrakom. Lep je Leidenfrostov poizkus. Zvodenedli zrak se vlije na vodo. Svetli modrobarvni zračni mehurčki se potopé v vodo, pa močno izpuhtevanje jih goni iz vode na površje; gledavcu se zdi, kakor bi skakali čvrsti modri plameni iz vode in v vodo nazaj, ali kakor da bi ognjeni mehurčki rajali v vodi in po vrhu. Ko se vlije zvodenedli zrak na vodo, se včasih naredi ledena skorja čez vodo. Tedaj plameni nehajo skakati in rajati, a zopet začnó, ko se predere ledena skorja.

Novi svetilni plin acetilen se strdi in kristalizira, kadar postaviš z njim napolnjeno cev nad zvodenedli zrak. S tem poizkusom

si vliješ pravo svečo! Če tedaj potegneš zmrznjeni acetilen iz cevi in ga prižgeš, ti gori, kakor sveča!

celó s tlečo trsko se ga smeš pritakniti, pa se ne zgodi nič drugega, kot da se trska živeje vname in gori s prelepim pla-



Levi napadajo žirafa.

Prof. Charles Tripler v New-Yorku meni. Če se pa košček volne napoji z zvodeneli zrak ni prav nič nevaren; zvodenelim zrakom, če se dene ta volna v

kovinsko cev in če se z gorečo žveplenko, na dolgi palici prižge ta volna, pa se vse hipoma z veliko močjo razleti, kot da se je cev izpremenila v nabasano puško.

Zvodeneli zrak se bo dal porabiti na razne načine. V takih shrambah, kjer se hranijo snovi, katerim škoduje toplota, n. pr. meso, pivo itd., dela zvodeneli tok hlad, da tiste snovi ne trpé nobene škode.

Veliki mraz, ki ga dela izpuhtevajoča zračna voda, se priporoča tudi za bolnišnice ker ž njim se v kratkem pomoré in preženejo zdravju škodljive kalí: nalezljivi bacili kužnih bolezni.

Kaj zanimivi so Pictetovi poizkusi o vplivu hudega mraza do živalskega telesa.

Fiziki, kemiki in njihovi pomagači, ki se pečajo s pripravljanjem nizke toplote, s katero zvodenjujejo pline — ne morejo drugače nego da pridejo z rokami v dotiko z zelo ohlajenimi stvarmi.

Nekako čudno, nepopisno počutje nastane po mišicah v roki, katero drži poizkuševavec nad posodo, ohlajeno do $105^{\circ} C.$, ne da bi se je dotaknil. Koj začetkoma je ta občutek brez bolesti. Kmalu pa sledi huda bolečina. Ako se pa kdo dotakne kovine ali tekočine, ohlajene le do $80^{\circ} C.$, se opeče in si sežge prste ali roko kakor ob razbeljeni kovini. Pri opeki je pa učinek drugačen. Roka čuti srbečino, mehurčki se naredo na nji in v tednu dni se koža odluči. V hujšem mrazu naredi opeka rdečo liso, katera dobi drugi dan višnjevo barvo. V naslednjih dneh se lisa poveča, srbi in boli. Mine pa komaj v petih do šestih tednih. Še hujši mraz opeče tako, da koža kar zamrje.

Potem ko je R. Pictet s poizkusi dognal, kako prestanejo hudi mraz živali, n. pr. domači zajčki, morski prešički in psi, se je zaprl sam v omaro, ohlajeno do 100 ali $110^{\circ} C.$ Gorko se je bil oblekel in si pokrill ude s kožuhovino. Stopil je tako globoko v pripravljeno omaro, da je le glava gledala vun. Prve štiri minute ni čutil nič posebnega; potem ga je pa jelo čudno srbeti po životu, in takoj se je oglasil silovit glad. Udarci žile so se pomnožili od 63 do 67 in

74, in dihal je hitreje. Črez dobrih osem minut je zapustil omaro. Mraza posebnega ni čutil, a glad je bil tolik, da ga je skoraj peklo v želodcu. Dve ali tri minute potem se ga je lotil občutek, kakršnega še ni imel nikdar v svojem življenji. Po celem životu mu je bilo, kakor bi ga kdo zbadal z brezštevilnimi iglami. To je trajalo četrtr ure. — Pictet, ki je šest let bolehal na želodcu, je čutil po tem poizkusu nenavadno zboljšanje v prebavanju. Zategadelj je ponavljal v naslednjih dnéh te poizkuse. Zaprl se je osem krat po osem do enajst minut v mrzlo omaro. S tem je odpravil popolnoma želodčno bolezen in je odslej tako dobro prebaval, da se je v štirih mesecih zredil za deset kilogramov!¹⁾

¹⁾ Amerikanski zdravniki se prizadevajo že dalje časa, da si ustvarijo novo zdravilo v podobi zvođenjenega zraka. Dosedanje poizkuse opisuje dr. Campbell Whitte v zdravniškem časniku „Medical Record“ v New-Yorku. Iz tega poročila je spoznati, da so kaj očevidni učinki, ki jih dela zrakova voda v dotiki s človeškim telesom. Kakor hitro, pride le malo zvođenjenega zraka na polt, izgine kri izpod dotičnega mesta, in polt postane bela kot novopobeljeni zid. Če sikaš zvođenjeni zrak na polt nekaj trenutkov brez prenehljaja, se pojavi odpor ali reakcija v telesu, kri se povrača in pobeljena polt dobi svojo prejšnjo barvo. Če ponavljáš taisto nekaj več trenutkov — pa še ne celo minuto — se polt strdi kakor bi bila ledena. Ko potlej prenehaš z osikavanjem, se kri povrne, polt se zopet pobarva in nič ni poznati, da bi bila kaj poškodovana. Seve konca kakega uda, n. pr. konca prsta ne smeš vsikavati celo minuto, če ne bi utegnil prst na koncu odreveneti, tako da ne bi več oživel. Bolnik ne čuti nobene bolečine, ko mu zdravnik sika zrakovo vodo na polt; le začetkom ga malo poskeli, pa tudi to mine hitreje nego bi kdo mislil. Odreveneli, pa vendar še ne do trdega stanja zmrzli del kože ne čuti potem ne ščipanja ne vezanja. Kako pripravno, kadar treba kaj vezati, operirati in celiti! Umetnost, ki uči, kako temu ali drugemu delu telesa vzeti občutnost, je sicer stara; vendar pred uporabo zrakove vode ni bilo moči dospeti do tiste popolne neobčutnosti, na katero se zdravnik lahko popolnoma zanese, da ne bo prenehala med operacijo —; zrakova voda pa je v ti stvari zanesljiva. Pa še drugo dobro nudi pri operacijah zvođenjeni zrak. On odžene z bolnega mesta kri, ki potemtakem pri operaciji ne odteka, in tako bolnik ne slabí. Zdravnik reže in reže — rana je

Zdravnik, katerega bi v podobne svrhe mikalo posnemati Picteta, bi gotovo rad izvedel, kako si je Pictet napravil tako mrzlo omaro. No iz kovinske plošče je naredil tako visok in širok cilindar z dvojno steno, da je lahko stal v njim in je le glava gledala vun. V prostor med obe steni je dejal precej zmrznjene ogljikove kisline; a njeno izpuhtevanje in ohlajevanje je pospeševal z zrakosesalko. Čim hitreje mu je ta izsesavala izmed sten soparje, tem silneje je izpuhtevala ogljikova kislina, tem hujši mraz se je delal, tako, da se je v notranjem prostoru nižala toplota do 105 ali pa celo do 110° C.

III.

Izvori hude vročine.

Gorkota ima dvoje nasprotnih obrazov: hud mraz in veliko vročino, pomanjkanje in obilnost toplote.

Svet ima orjaške množine gorkote; v prirodi je je več nego se je razvije pri kurjavi; a je do najvišjih stopinj brez velike potrate ni moči prignati ne tukaj ne tam.

Odkar si človek pripravlja kovine, odkar topí rude in železo, mu ni bilo mogoče izhajati brez tiste vročine, ki je je treba v plavžu, da se sirovo železo raztopi in odcedi od nečiste rudninske primesi. Železo potrebuje svojih 1100° do 1700° C., da se raztopi.

Obrtniki in učenjaki, ki delajo vročino v plavžih in v električnih pečeh, izkoriščajo le malo nekdanje solnčne energije, ko uporabljajo sile tekočih vodá in vetrov, premog ali drugo kurjavo. Kakor orjaška je množina

zmerom suha in se po operaciji toliko lažje zaveže. Doslej je C. Whitte poizkušal s pomočjo zrakove vode operirati manjše pohabe, in so se mu poizkusi dobro obnesli. Najprej je operiral rane na nogah, potem opekline in ture. Ko je čez par dni rano obvezal, jo je našel čisto in brez gnoja. Poizkušal je mož že toliko, da sme trditi: Doslej zdravništvo nima zdravila, s katerim bi hitreje in temeljiteje, pa brez bolečin celilo gnojne rane, kot z zrakovo vodo.

solnčne gorkote, vendar ni nikdar toplote na zemlji vzdignila do tiste vročine, ki bi bila svetovnemu požaru enako pokončala živeče in rastoče organizme na svetu; zakaj vročina je od nekdanj odletovala od zemlje in se razpraševala po nezmernem vesoljnem prostoru. Vendarle se vjema na zemlji velika množina solnčne gorkote v podobi energije, ki vzdiguje vode v oblake in goni s padavinami kolesa in diname, ki nam pridelujejo elektriko, kjer nam pride bolj po ceni kakor s kurjavo premogovo. A naj si bo množina solčne gorkote kolikršna hoče, tiste hude vročine, ki je potrebuje dandanes obrt, nam ne podaja nikdar.

Hude vročine iščete, ne zadošča vam pekoče solnce, bo kdo rekel. Pred nosom jo imate, pa je ne vidite, ker jo pokrivajo skladovi zemlje! Artežki štepihi izpričujejo namreč, da je v globočini zemlje taka vročina, da raztopi vse tvarine, celo granitne skale. Neovržne priče velike vročine v zemeljskem drobu so živi vulkani. — Italijan Adolfo Bartoli je objavil svoja raziskavanja o vročini lave. Pri njenem izviru, kjer teče iz Vezuva, je opazoval v lavi toplino 980° C, pa tudi do 1080° C. In dobra dva kilometra od iztoka je imela lava še 750° in celo do 870° C. Lava, ki je iztekla leta 1872 iz Vezuva, je imela štiri leta pozneje v sebi še tako vročino, da se je v njej vnel kos sirovega lesá!

Vročá lava je pred svojim iztokom požrla dosti vulkanskih plinov, enako kakor raztopljeno srebro požré dosti več kisika kot ga zamore obdržati v sebi po tem, ko se ohladi. Podobno požira raztopljeno železo toliko množino plinov, da mu jih ni moči obdržati v sebi, ko se ohladi. To lastnost železa je porabil Henri Moissan pri izdelovanju umetnih demantov. Toda preden stopimo pred Moissan-ovo električno peč, katera proizvaja sedaj največjo vročino, si moramo ogledati še nekaj drugih pripomočkov, ki nas lahko zakladajo z veliko vročino. (Dalje.)

Na skrajnih mejah vročine in mraza.

Spisal *prof. dr. Simon Šubic.*

(Dalje in konec.)

Jako visoko vročino, ki znaša okoli 2000°C , proizvaja pokalni plin, ki je sestavljen iz enega dela kisika in dveh delov vodenca, kadar gorita njegovi sestavini. Kemiki in obrtniki so zato v plamenu pokalnega plina topili platin, ki se ne stopi v nižji vročini. Pokalni plin je pa jako nevarno raznesilo, in zato so iz strahu pred njim preiskovali kemiki, ali bi ne mogli na drugačen, bolj varen način doseči enake vročine. Poizkusi so pokazali, da se platin stopi tudi v plamenu svetilnega plina, kadar gorí v čistem kisiku.

Svetilni plin je pač splošno znan, in vsakdo ve, da ta plin, kadar gorí v zraku, ne daje posebne vročine. Zakaj je njegova vročina v čistem kisiku tako visoka? Zato, ker je ne znižuje v zraku primešani dušik. Naj nam to pojasni sledeči zgled! Vzemimo v eno posodo čistega spirita, v drugo pa spirita, ki smo mu prilili štiri dele vode! Plamen čistega spirita je mnogo živahnejši in gorkejši, kakor pa plamen pomešanega spirita. Štirje deli vode hladé del gorečega spirita. Isto se godi, kadar sežigamo svetilni plin v čistem kisiku in v zraku, ker v petih delih zraka so enemu delu kisika primešani štirje deli dušika. Ta poslednji hladi plamen svetilnemu plinu enako, kakor voda plamen spirititu.

Zanimanje za proizvodnjo visoke vročine je vedno rastlo, poizkusi so se množili, in med drugimi je nastopil tudi Janez Goldschmid v Essenu s svojimi „vročino pomnožujočimi zmesmi“. Pri zborovanju elektrotehničnega društva v Lipskem in pozneje pred nemškimi kemiki v Darmstadtu je razpravljaval Goldschmid l. 1898. o raznih lastnostih aluminija in njegove spojine z okisanim železom (železni oksidul). Aluminij se imenuje „kovina prihodnosti“, ker ima jako znamenite prednosti pred drugimi kovinami. Svetel je kakor srebro, rja se ga ne prime, in ker

ima majhno težo, je pripraven za hišno uporabo. Izpočetka je bilo seveda pridelovanje te kovine sila drago, a sedaj se je tudi to ugodno izpremenilo; prej je kilogram aluminija stal čez 30 K, dandanes se dobi že skoro za 3 K. Goldschmidovi poizkusi so pokazali, da se aluminij silno poželjivo spaja s kisikom. Kakor neka skrita stvar vleče aluminij h kisiku, tako da niti druge kisikove svojine ne morejo preprečiti spojitve teh dveh prvin. Ako pride n. pr. kisik v podobi okisanega kroma v dotiko z aluminijem, razdere aluminij takoj spojitev kroma in kisika in se spoji s kisikom. Ako se v mešanico kromovega oksida in aluminija posveti z gorečo magnezijevo žico, razdere se v trenutku spojitev kisika in kroma, in pred seboj imamo aluminijev oksid, a krom je osamljen. Pri tem hipnem kemičnem procesu se dela silna vročina. Dr. Köhler v Hamburgu sodi, da poskoči za trenutek vročina celo do 3000°C .

Razne obrtne stroke potrebujejo visoko vročino posebno pri izdelovanju kovinskih predmetov; zato so se takoj polastile teh iznajdeb. Goldschmid je sestavil iz rejnatega železa in aluminija tako zmes, da, če damo v njo palec debel žebelj in jo prižgemo z gorečim magnezijem, se žebelj v dveh minutah hudo razbeli.

Pri tem ima obrt tudi še drug dobiček: Rejnate ali okisane kovine se hitro in po ceni čistijo pri tem delu. Doslej je bilo pridelovanje čistega kroma in mangana silno drago in težavno. Sedaj pa po Goldschmidovem načinu pridelujejo ti prvini v Essenu po tovarnah v veliki množini, in je postala izdatno bolj po ceni. Ugodno je tudi to, da se dajo ostanki dobro porabiti: okisani aluminij ostane v obliki korinda, ki je trši od vseh tvarin, katere se rabijo za poliranje razen demantovega prahu.

Najhujša vročina pa se proizvaja dandanes v električni peči, in sicer z žarnim oblokom, ki ga tvori električni tok, kadar preskoči med dvema malo narazen potegnjenima kon-

do strani. V razoru ležita premogova konca. Spodnji kamen ima na sredi malo jamico, v katero se dene tikoma pod žarni oblok kovina, ki jo hočeš zelo razgreti ali razto-



Živali v braziljanskem pragozdu.

cema elektrovodne žice. Za manjše poskuse v laboratoriju se vzameta dva apnena kamena, ki ležita drug na drugem, kakor opeka na opeki. Spodnji kamen ima razor od strani

piti. To je Moissanova električna peč. V tej peči se proizvaja z električnim tokom najhujša doslej znana vročina, katero ceni H. Moissan na 3500° C. Ta peč je

tako vroča, da se v njej spajajo z ogljikom tudi take kovinske prvine, ki jih ni moči spojiti nikjer drugod. Če se dene v to peč drobno zmleta zmes apnenca in ogljika v obliki koksa, se spojita kemično obe prvini, da nastane kalcijev karbid. Ta je pa tista znamenita spojina, s katero se izdeluje novi svetilni plin acetilen.

Kalcijev karbid, na trgu sploh imenovan karbid, je neznatna tvarina, podobna temno-rjavemu kamenu. Če košček karbida deneš v vodo, začne izhlapevati in se kaditi; pri tem se razvija iz njega mnogo svetilnega plina acetilena.

Čim trdnejša je električna peč, čim močnejši električni tok, tem hujša je vročina. Da pa silna vročina $3500^{\circ}C$ ne pokvari naprave in ne raztopi električne peči same, naredi se peč iz neugašenega živega apna. Neugašeni apnenec vodi gorkoto tako slabo, da ostane dobro 3 cm debel pokrov zunaj tako hladan, da ga smeš v roke vzeti, ko se znotraj že začneja tajati od hude vročine. Ta lastnost neugašenega apnenca pomaga, da se vročina obdrži in povečuje v peči.

Ko čvrsti električni tok prižene vročino do $3500^{\circ}C$, se apnenec sicer ne raztopi, a zgornji v kamen vrezani obloček se jame topiti od prehudega plamena električnega ognja. Razbeljeno površje se nekoliko stopi ter se preobleče gladko s svetlo mreno, kakor bi bil obloček polit s svetlo steklenino. In tak steklenemu zrcalu podobni svetli obloček odbija vročino dol na tisto stvar, ki se je položila v jamico spodnje ploče, da se razgreje.

Spodnja jamica se utegne toliko povečati, da se vanjo postavi majhen topivnik iz premoga, v katerega se dene tista stvar, ki se razgreva. Med premogov topivnik in med apneni kamen pa se dene plast magnezije, da se pri hudi vročini iz apna in premoga ne naredi omenjeni kalcijev karbid.

V tako zgrajeni električni peči je delal Francoz H. Moissan čudovite stvari. Najbolj čudno in zanimivo pa je pridelovanje umetnih demantov. V naslednjih vrstah hočemo seznaniti čitatelje z nekaterimi poizkusi.

„Dom in Svet“ 1901, št. 10

Z rudninami in kovinami je Moissan delal mnogovrstne poizkuse. Naj jih omenimo vsaj nekaj!

Če deneš kos bakra, ki je težak 100 g, v topivniku pod električni oblok, se pokažejo v dveh minutah na obeh straneh prodora, v katerem ležita žična premogova konca, svetla plamena, obdana z rumenkastim dimom, ki ga povzročuje sežiganje bakrenih soparjev v kisiku; žareči ogenj je tako hud, da v petih minutah izpuhti 25 g bakra!

Da srebro izpuhteva pod vplivom hude vročine, to ni nič novega, novo pa je, da v električni peči srebro celo zavrè! Zavrelo srebro se destilira, kakor druge vrele tekočine, n. pr. siratka, kadar se kuha brinovec. Seveda srebro ne priteče iz cevi, če se prav ohladi, v podobi tekočine, ampak njegovi sopari se posedajo in nabirajo v podstavljeni posodi v podobi sivega prahu.

Platinasta žica se raztopi v električni peči v trenutku. Na vse strani se razleti v svetlih iskrah, kakor šviga iskreči ogenj iz razbeljenega železa pod kovaškim kladivom. Na podstavljeni mizi, ki ima visok rob, se nabira čisti platin v podobi okroglega svetlega drobiža.

Če v topivnik deneš sto g zlatá, ga razbeli vročina tako, da ga v petih minutah izpuhti 50 g; zlato izpuhteva v podobi zelenkasto-rumenih soparov. Zlati sopari se posedajo v pristavljeni mrzli posodi v podobi temnikaste sipe škrlatne barve.

Če imaš na razpolago električni tok, ki ga dela sto konj močen dinamičen stroj, dosežeš v Moissanovi peči tako vročino, da izpuhti v petih minutah 100 gramov apnenega peska, ki si ga v topivniku postavil pod plamen električnega obloka. Dim, ki uhaja iz predora, je spojina apnene prvine kalcija s kisikom; kemik jo imenuje kalcijev oksid.

Še več energije električnega toka je treba, da začne izpuhtevati magnezija. Ta se pa poprej izpremeni v tekočino, se raztopi, in potem še le se izpremeni v sopar. Enaki poizkusi z drugimi kovinami in rudninami so pokazali, da se v električni peči raztopé ali pa v sopare izpremené tudi grafit,

granit in sploh vse tvarine našega svetá, če je le peč zgrajena po potrebi in če je električni tok dosti močen.

Take peklenške vročine, ki ti raztopi in razkadi vse, kar pride v njeno okrožje, ni poznala ne fizika ne kemija, dokler ni Henri Moissan iznašel svoje električne peči.

IV.

Kako se izdelujejo umetni demanti.

H. Moissanu menda ne bi bilo prišlo nikdar na misel, da začne v električni peči izdelovati umetne demante, če bi ne bil izvedel, da se v aerolitih, ki padajo z neba na zemljo, med železom nahajajo tudi demanti.

Fizik Friedel v svojem spisu: „Sur l'existence de diamants dans le fer météorique de Cañon Diablo 1892“ je opozoril geologe, da ima aerolit ‚Cañon Diablo‘ v sebi črne demante. H. Moissan si je prisvojil kos aerolita ‚Cañon Diablo‘, preiskal ga je kemično in fizikalno ter potrdil Friedlovo odkritje. Moissan je našel v njem prozorne svetle in neprozorne črne demante in nekaj premoga, največ pa železa.

Prvi aerolit, v katerem sta Jerofejev in Latchinov našla črne demante, je oni, ki je padel dne 23. meseca vel. srpana 1883 na Ruskem v Krasnoslobodsku. Tudi od tega aerolita je dobil Moissan majhen odlomek v roke, v katerem je s strogim preiskovanjem našel tudi črne demante.

V kamenju zvezdnih utrinkov je Moissan zapazil sledi, kako izdeluje priroda sama demante.

Ogorki utrinkov, ki imajo v sebi razen drugih prvin tudi železo in ogljik, hranijo včasih v sebi tudi demante; H. Moissan se je popraševal: Kako so prišli demati v utrinek? Niso-li morda nastali na sledeči način: V gorečem utrinku se je pri hudi vročini spojil ogljik z železom. Ko se je utrinek ohladil, se je ohladilo tudi železo. Ohlajeno železo pa ne more vzdržati v sebi toliko ogljika kakor razbeljeno železo; prenapojeno je z ogljikom, torej se oprosti nekaj ogljika in sicer pod tistim velikim tlakom, ki pritiska

na notranjo že raztopljeno sredino od zunanje skrčujoče se skorje. Pri taki vročini in pod takim tlakom oproščeni ogljik se strdi in se kristalizira v demante.

Tako je sklepal Moissan ter začel posnemati prirodo. Njegovi poizkusi so ga prepričali, da je sklepal prav.

Že Lavoisier je bil dokazal, da čisti demant ni nič drugega, kakor kristaliziran ogljik.

A kdo zna raztopiti čisti premog ali ogljik, da bi se mu potem kristaliziral, ko se strdi? Priroda ga zna raztopiti v zvezdnih utrinkih. H. Moissan je zasledil in posnemal njeno delovanje. Iz aerolitov je spoznal H. Moissan, da je razbeljeno železo najboljše sredstvo za raztajanje in kristaliziranje ogljika.

V plavžu se sirovo železo, raztopljeno pri vročini 1700° C, napije ogljika. Ko se raztopljeno železo ohladi do 1100° C, se strjuje pri tej toplini, in tedaj stopi iz njega nekaj v večji vročini sprejetega ogljika, ki se kristalizira v podobi grafitu.

Grafit se po Berthelotu imenujejo vse tiste ogljikove tvarine, ki naredé sive svetlikaste črte ali proge, kadar se drgnejo ob papir. Razločujemo pa troje vrst trdega ogljika: brezlični ogljik, in v podobah grafitu in demanta kristalizirani ogljik. A kaka razlika je med brezličnim ogljikom v sajah, med grafitom v svinčnikih in med čistim kristaliziranim ogljikom v demantih!

Jacquelin je l. 1847. dokazal, da se demant, ki se razgreje v električnem obloku, izpremeni v grafit. Zakaj bi se grafit ali ogljik sploh s hudo vročino ne mogla izpremeniti v demant?

Najprej se je Moissan s poskusi prepričal, da se vsakatera ogljikova snov v vročini električnega obloka izpremeni v grafit. Taki poizkusi so Moissanu odkrili, da je grafit tista oblika ogljikova, katera se ne izpremeni pri navadnem tlaku tudi v največji vročini (3500° C). Vročina električnega obloka med premogovima ostema na koncéh žice izpremeni premogova konca sama v grafit, raztopi ju pa ne, dasi ju skrajšuje ob koncéh z izpuhtevanjem premoga!

Moissanu je prišlo v misel, da bi za umetno pridelovanje demantov rabil vročino električne peči, v kateri se raztopljeno železo napije čistega ogljika, ki se potem med ohlavitvijo kristalizira pod pritiskom hudega tlaka. V tisto jamico v električni peči, kjer proizvaja električni oblok največjo vročino, dejal je kos kovaškega železa in ga obsul z drobižem čistega premoga. Ko se je železo pod žarečim oblokom raztopilo, se je napojilo popolnoma s premogovim ogljikom. Potem, ko je nehal električni tok, se je peč ohladila, in žnjo se je ohladilo tudi železo in se strdilo. Skorja se je naredila zunaj na železu, ko je bilo znotraj še mehko, a hladneje kot poprej, ko se je napilo ogljika. Omenili smo že, da železo, ki se je napilo ogljika v raztopljenem stanju, ne more obdržati v sebi vsega ogljika, kadar se ohladi. Torej se je med ohlajevanjem in strjevanjem pod tistim velikim tlakom, s katerim pritiska pas skorje ob vjeto mehko železo, izločeval v sredini čisti ogljik; njegovi atomi, oproščeni železne snovi, so se združevali med seboj po svoji prirodni potrebi, in čisti ogljik se je kristaliziral v podobi prirodnega demanta!

Moissan je izpočetka tako dobival črne demante; pri opetovanih poizkusih pa se mu je naredilo nekaj drobnih, čistih, svetlih demantov.

Ljubi bravec naj nikar ne misli, da so zdaj demanti postali takoj cenejši, ko so začeli prihajati umetno iz električne peči! Cena umetnih demantov je več kot desetkrat večja od cene prirodnih demantov, ker je priprava tako draga in izdelovanje tako težavno. Zato se ni bati, da bi kdo sleparsko prodajal umetne demante za prirodne!

V.

Moissan in njegovi predniki.

Odkar je Lavoisier dokazal, da demant ni nič drugega, kot čist kristaliziran ogljik, poizkušali so kemiki in fiziki, kako bi mogli izdelovati demante umetnim potom. A kadar koli si je kdo domišljeval, da je izdelal

demant, vselej ga je natančnejša preiskava pripravila ob to veselje, ker se je pokazalo, da so ga varali ostri kristali kake druge snovi. Zato, da ne zapelje poizkuševavec samega sebe, je Moissan določil za presojevanje kristalov gotove znake, ki jih ima demant.

Samo ona kristalizirana snov nam velja za demant, ki je tako trda in ostra, da očrta rubin in katera ima gotovo gostobo; a to ne zadostuje, zakaj tudi nekatere titanove spojine so tako goste. Nazadnje odločuje to, da vsak gram demanta, sežganega v kisiku, dá 3,66 gramov ogljikove kisline. Le ena posamezna teh lastnosti ne zadostuje; če snov nima vseh treh lastnosti na sebi, pa ni demant.

Leta 1828. je J. N. Ganna l predložil akademiji „des Sciences“ razpravo, v kateri trdi, da se kristaliziran ogljik ali demant, ki je debel kakor pšeno, utegne izdelati s tem, da se fosfor raztopi v žveplenastem ogljiku, če ta raztoplina stoji tri mesece pod vodo. — Kemik Goré je ponavljal ta poizkus, pa ni dosegel nič. Tudi H. Moissan se je ubijal s tem poizkusom, a zastonj, nikdar ni pridelal kaj drugega kot drobiž ostrih kristalov kremenove kisline. Bržkone je ta snov s svojo trdostjo zapeljala Gannala, da je mislil, da ima pred seboj demante.

Leta 1849. se je razglasilo, da dela Depretz demante z vročino električnega obloka. V resnici pa ni pridelal demantov, ampak le nekak tako trd prah, ki mu je očrtal rubin. Pozneje se je pokazalo, da ta prah ni kristaliziran ogljik, ampak spojina kremenova z ogljikom.

Slavnoznani kemik Berthelot, ki je učil razločevati prah, ki se dela iz brezličnega ogljika, od prahu iz grafitu, iz kremenove kisline in iz drugih rudninskih snovi, je preiskal posebno natanko več svetilnic, v katerih sveti električni med premogovima koncema razpeti oblok, pa ni našel v njih nobenega sledú ne demanta ne sploh kristaliziranega ogljika. To pa je znamenje, da vročina žarečega električnega obloka pri navadnih razmerah ne raztopi ogljika, da

bi se mogel kristalizirati v podobi demanta. — Leta 1880. je objavil Marsden svoje zanimive poizkuse v razpravi: „Sur la préparation du carbone adamantin.“ Ta bistroumni prirodoslovec je kos srebra, ovitega s sladkorjevim premogom, razbelil v vročini raztopljenega jekla. V taki hudi vročini raztopí srebro v resnici nekaj malega ogljikove snovi ter posrka va-se nekaj ogljika. Ko se srebro pozneje zopet ohladi, ne more obdržati v sebi vsega ogljika; in ta ogljik, ko se oprosti srebra, se kristalizira v podobi demanta.

Marsden je pač po pravici tako sklepal, a to se mu ni posrečilo, da bi bil dokazal resnico te trditve s poizkusi. Moissan, ki je ponavljal Marsdenove poizkuse, sicer tudi ni imel več sreče, pa vendarle pripoznava Marsdenu posebno zaslugo v tej stvari in trdi, da se po naključju po Marsdenovem načinu utegnejo narediti črni demanti. Njegova električna peč je namreč Moissanu pokazala, da, če bi se s premogom in srebrom napolnjeni topivnik v velikem ognju pred kovaškim mehomo močno razbelil, potem ogenj hitro pogasil in topivnik z vsebino se hitro ohladil, bi se ta ogljik, ki ga je srebro v vročini požrlo, kristaliziral pri ohladitvi ter bi utegnili nastati črni demanti. Svetlih prozornih demantov pa po tem Marsdenovem načinu nikdar ni pričakovati.

Zanimivo je vprašanje, kje in kako pa priroda sama dela demante? Preiskuj, kakor hočeš in moreš, kraje, kjer se nahajajo demanti, nikjer jih ne najdeš navezanih na kako drugo tvarino, kakor se to opazuje pri drugih kristaliziranih snoveh. Moule pa je dokazal, da se v južni Afriki nahajajo demanti v družbi granitovi. Geologi trdijo, da se je granit delal pod silnim tlakom globoko v zemlji. Morda je tudi demant nastal tako, saj se nahaja tudi v globočini ondašnjih rovov.

Moissan opominja, da se v modri prsti po južnem predgorju afriškem nahaja kristaliziran grafit, in opozarja na svoje poizkuse v električni peči, ki učijo, da lepo kristaliziran grafit najrajši nastane v raztop-

ljeni kovini, nikdar pa ne pri izpuhtevanju. Zato on misli, da se je demant tudi na zemlji porodil v raztopljenem železu, kakor v utrinkih. To slutnjo potrjuje tudi demantov pepel, ki ni nikdar brez sledi in znakov železa.

Moissan rabi za pridelovanje demantov tlak, ki nastane v železu, ko se raztopljeno železo strdi povrhu. Čisto srebro, in železo se skrčita, ko se strdita; srebro, ki ima kaj ogljika v sebi, in sirovo železo pa povečata svojo prostornino, ko se strdita — A od kod pride tlak? Gruda se strdi začetkom povrhu, ko je znotraj železo še raztopljeno. Če se pretrga trda skorja, sili tekoča kovina iz razpokline. Če ne more uiti drugače, razžene skorjo, ki jo tlači. Če pa tekočina vun ne more, se dela še večji tlak v notranji grudi. In pod takim silnim tlakom kristalizira ogljik v podobi demanta. V tistih grudah, iz katerih je izteklo preveč sredice, pravi Moissan, je manjkalo potrebnega tlaka, in zato ni bilo najti v njih nobenega demantovega zrna.

Marsikateri potrpežljivi bravec bo vprašal, kako je neki Moissan mogel izvršiti take poizkuse v svoji električni peči? Tako-le: V premogov topivnik je dejal 200 gramov sirovega švedskega železa in je zasul železo s sladkorjevim ogljem. Tako napolnjeni topivnik je posadil v jamico spodnje plošče svoje peči. Na pomoč je vzel 100 konjskih sil in še bolj močen dinamičen stroj, ki ga je preskrboval z močnim električnim tokom. V peči se je v vročini 3000 do 3500 °C železo raztopilo ter je sprejelo na-se nekaj raztajanega ogljika iz sladkorjevega oglja.

Čez šest minut je vzel topivnik iz peči ter ga je potopil v vodo. Topivnik in raztoplina žarita v njem še pod vodo več minut. Moissan se je začetkom bal, da se ne razpoči raztopljena vsebina, ko se na čez 3000 °C razgreta hipoma potopi v mrzlo vodo. Pa k sreči se ni pripetilo nič drugega, kot da se je nekaj mehurčkov pognalo kvišku iz vode. Hitro se znižuje toplina v vodi stoječega topivnika, vsebina njegova se ohladi, in žar mine. Če je topivnik le preveč raz-

beljen, se naredi v trenutku toliko vodenih soparov okrog njega, da ni nobene dotike med njim in med vodo. Da se hitreje ohladi, se topivnik ne postavi v vodo, temuč v jamo. narejeno iz pilnega železa; pilni drobiž odvaja hitro vročino in dobro hladi, dasi se sam topi v tej toplini.

Kovinska gruda, ki se je ohladila in strdila v ohlajenem topivniku, je imela v sebi železo in ogljik v njegovih različnih oblikah: nekaj grafita, nekaj rjave ogljikove vlakovine in pa nekaj druge precej težke ogljikove snovi. V tej ogljikovi snovi je H. Moissan našel izpočetka neprozorna kristalasta zrna sivkastočrne barve, enaka črnim demantom. Ta zrna so bila tako trda in ostra, da so očrtala rubin; imela so 3 do 3,5krat večjo gostobo, kakor jo ima voda; v kisiku močno razgreta pa so zgorela in proizvajala ogljikovo kislino. Te lastnosti pričajo, da so ta črna zrna — demanti.

Čim marljiveje je Moissan poizkušal, temveč demantnega zrnja je pridelal. Lahko si misli vsakdo, kako je bil vesel, ko so se zraven črnih pokazala tudi lepo kristalizirana prozorna zrna v podobi drobčkenih navadnih demantov!

H. Moissan je s svojimi poizkusi v električni peči dosegel sijajen uspeh, dasi je bil ves demantni drobiž kaj majhen. Kristalizirana ogljikova zrna so bila večinoma mikroskopen drobiž. Pridelal je pa tudi nekaj večjih belih, svetlih in prozornih demantov, ki so merili na debelost okoli pol milimetra.

Moissan je svoje umetne demante tudi branil pred ugovori. Z vsestranskimi poizkusi je dokazal, da imajo ta zrna vse lastnosti prirodnih demantov. Najlepše kristalizirani so imeli gostobo 3,5, črtali so rubin; najmočnejše ujedne snovi, ki delajo rjo, n. pr. vroča žveplena ali kadeča se salpetrova kislina, niso imele nobene moči do teh zrn. V kisiku so zgoreli pri toplini 900° C, in iz vsakega grama njihove snovi se je razvilo 3,66 ogljikove kisline. Takih lastnosti pa nima nobena druga nam na zemlji znana tvarina; torej so te lastnosti zanesljive priče, da je Moissan pridelal umetnim potom

prave demante, popolnoma take, kakršne dela priroda sama.

Z marljivim poizkušanjem je Moissan zasledil tudi vzroke, zakaj so različni izvorni demanti, ki se nahajajo v prirodi. Dokazal je, da ogljik kristalizira v podobi čistega demanta tedaj, ko se dela demant pod dosti veliko silo tlaka. Če je pritisk na oproščeni ogljik preslab, se pa naredé črni demanti. Če je tlak primeroma velik, pa vendar nekoliko nedostaten, dobi demant ogljikove pege. Ta prikazen na umetnih demantih je kaj zanimiva. Tudi priroda je delala demante s pegami, in to je znamenje, da je tudi prirodi včasih primanjkovalo izdatnega tlaka pri izdelovanju demantov.

Celo v obliki podolgaste prozorne kaplje se mu je kristaliziral ogljik v električni peči. Moissan pa, ki je imel na razpolago in na ogled prirodne demante z vseh stani sveta, je opozoril na to, da tudi priroda sama tu in tam dela take demante; saj se nahajajo enaki gladki podolgasti demanti v južni Afriki in v Braziliji.

VI.

Demanti v kremenjenih skalah.

V južni Afriki so velika „demantna polja“, za katere se zdaj že čez dve leti bifejo Angleži z neupogljivimi Buri. Tam so demanti nastali semtertje v modri prsti (Tuff).

Moissan je mislil, da je naredila priroda te demante z velikim tlakom med ohladitvijo v poprej raztopljeni železni rudi.

A ravno tam se dobivajo demanti skoraj še bolj pogostoma v kremenovih skalah ali v silikatih, in sicer tako pogostoma, da veljajo silikati za pravo *z i b e l k o d e m a n t o v*.

Vprašanje je torej, kako so demanti prišli v kremenove skale?

Kemik W. L u z i je dokazal z neovrgljivimi poizkusi, da se tam, kjer pride premog v dotiko s kremenom, ko se raztaja, stopí tudi nekaj ogljika, in tega ogljika se napijejo raztopljeni silikati. To je pa vzbudilo I. F r i e d l ä n d e r - j u sledečo misel: Kaj

pa, če bi se bil morda v raztopljenem kremenenu raztajani ogljik med ohlajevanjem in strjevanjem silikatov kristaliziral v podobi demantovi?

Zibelka demantov, njih materno kremeneno skalovje poleg južnega nosu afriškega, domovina tako zvanih „kimberlejskih demantov“, ki ležé v modri zemlji (blue ground) obstoji večinoma iz olivina. Friedländer ni imel mirú, dokler ni poizkusil, kaj je na tem. V Moissanovo električno peč je dejal suhega železa in čistega premoga, in dodal še magnezije in kremenove kisline v tisti meri, kakor se nahajajo te snovi v pravem kremenenu.

In kaj mislite, da je pridelal? Vsa ta zmes se je raztopila v topivniku, in naredila se je iz nje gruda. Ko se je ta gruda ohladila, jo je vzel iz topivnika ter jo prekuhal v močni žvepleni kislini. Ta huda kislina je snedla vso tisto tvarino, ki se sploh spaja

z žvepleno kislino; česar pa ni mogla snesti in raztopiti, to se je dobro izpiralo, dokler ni ostalo nekaj trdega kristalnega drobiža.

Ta kristalna zrna so se po vseh svojih znakih in lastnostih izkazala za prave demante. A ta demantna zrna so tako drobna, da ni videti nobenega s prostimi očmi! Dobrega drobnogleda je treba za ogledovanje teh umetnih demantov, ki so več kot desetkrat drobnejši od Moissanovih demantov.

S Friedländerjevimi poizkusom bi se torej dalo razlagati, kako so nastali izvorni demanti v kremenovih skalah južne Afrike.

Dasi se tudi Friedländer-ju ni posrečilo umetno izdelati demante take velikosti, da bi imeli kaj več vrednosti za trgovino in obrt, kakor prah, s katerim se brusijo izvorni demanti, vendar se je dokazalo z njegovimi poizkusi toliko, da se demanti niso porodili le v železnih, temveč tudi v kremenjenih zibelkah.

Književnost.

Slovenska književnost.

Knjige „Slovenske Matice“ za leto 1900.

Slovenske narodne pesmi. Uredil dr. Karol Štrekelj. Peti snopič. — V tem snopiču se začne drugi del te velike zbirke. Prvi del je obsejal pripovedne pesmi, zdaj so pa na vrsti zaljubljene. Dr. Štrekelj se je držal načela, da podá celotno zbirko narodnega pesništva, in zato je prišlo vmes tudi mnogo pesmi, katere imajo pač več folkloristične, kot estetične vrednosti. V lanskem snopiču je bil dr. Štrekelj razložil načela, po katerih je zbiral narodne pesmi, in tam pravi (str. VI): „V to zbirko sem sprejel vse dosedaj zapisane, zares narodne pesmi, ki so mi bile pristopne v pisanih ali pa tiskanih virih. Ker sem hotel biti kritičen izdajatelj, mi ni bilo gledati na estetično dovršenost ali nedovršenost kake pesmi; marsikdaj je „estetično“ nedovršena pesem za znanost večje cene, kakor najglajše tekoča varianta. Znanstvenemu preiskovalcu sta obe enako ljubi in dobro došli; saj on ne gleda na nju s stališča estetike, kakor ne gleda na primer botanik znanstvenik na divje rastoče cvetlice z očmi vmetalnega vrtnarja ali na plevel z očmi polje-

delčevimi . . . Mene ni nikoli bilo misel, napraviti iz naših narodnih pesmi to, kar imenujejo naši časnikarji „lepo knjigo“, nekako narodno pesmarico, ki naj bi krasila redko salonsko mizo slovensko. Tudi to prepuščam rad drugim; jaz sem hotel in hočem podati samo kritičen prispevek k slovenskemu folkloru, t. j. k znanosti o slovenskem narodu, kakor se nam kaže v svojih pesmih. Moja knjiga hoče torej biti pred vsem znanstvena; upam, da jo narod, če tudi ni lepa, vendar sprejme prijazno.“ — Tako sodi dr. K. Štrekelj sam — in po pravici. Ko sem listal to knjigo, imel sem res občutek, kakor da listam po lepo urejenem, z etiketami skrbno oblepljenem herbariju, kjer je vse na svojem mestu, vsaka bilka raztegnjena, vsak listič razgrnjen, lepi in grdi, debeli in tanki, vsi razporejeni po vrstah in razredih. Da, nekda so bile žive te rože in vijolice, ti trni in koprive — zunaj so duhtele in bodle, razveseljevale in opekale; a ljubezen botanikova jih je nabrala in preparirala — in ta skrbna ljubezen jih je posušila. Kdor se hoče veseliti cvetic, se izprehaja med gredicami; kdor jih hoče proučevati, poišče jih na določeni strani herbarija. Kdor hoče uživati narodne pesmi, posluša jih na travnikih, v