

Ž. K. KOSTIČ

Medzi hrou a chémiou



Živko K. Kostič

**Medzi hrou
a
chémiou**



Živko K. Kostič

**Medzi hrou
a
chémjou**

Nakladateľstvo

alfa

Bratislava

Základné pravidlá chémie sú v tejto knižke demonštrované na jednoduchých pokusoch v nenáročných podmienkach s najbežnejšími pomôckami. Aj ťažšie osvojiteľné základné poznatky z chémie vysvetľuje autor postupmi, ktoré vyzerajú ako tajomné kúzla, a preto aj zabavia, ale aj ostanú v pamäti.

Odborná revízia prekladu Emil J e n d r a š š á k
Redakcia chemickej literatúry — vedúca redaktorka
Ing. Anna F l o c h o v á

Chemické laboratórium

Nezamestnaným vstup dovolený a zamestnaní sú aj tak už dnu

Jedného dňa som natrafil, milí moji mladí priatelia, na takýto nápis, veľmi pozorne napísaný čiernym tušom na peknom štvorci čistého bieleho kartónu. Kartón bol pribitý na dverách drevenej šopy, ktorá stála v záhrade môjho priateľa. Denne som ho navštevoval, ale predtým som si šopu ani nevšimol. Vedel som len, že v nej uskladňovali záhradnícke náčinie. Chodieval som okolo bez toho, že by som sa na šopu čo len pozrel. Až tento podivný nápis vzbudil moju pozornosť.

Zmätený som sa zastavil. Bol som mladý; asi taký, ako vy teraz. Chodil som vtedy vari do tretej triedy gymnázia.

Keby bol býval vstup zakázaný, dozaista by som bol ihneď dvere pootvoril, nazrel, a možno aj vošiel. Keďže však bol vstup dovolený, stál som a váhal. Napokon predsa len zvíťazila vo mne zvedavosť. Obozretne som zaklopal na dvere.

Do úplného ticha, ktoré v tom okamihu vládlo v záhrade, rozľahlo sa z desiatky detských hrdiel zborové „voľno...“. Privítali ma veselé výkriky, sprevádzané radostným smiechom mojich priateľov.

— Vpadni! Zas o jedného viac! Výborne! Si náš!

— Veru vás! — odvetil som, pochopiac už vo dverách, čo sa dnu deje.

V strede bol podlhovastý „laboratórny stôl“, zhotovený z troch dosák, ktoré boli pribité na dvoch väčších debnách. Na stole bolo veľké množstvo fľaštičiek, pohárov, rozličných nádobiek a škatúl. Uprostred stola horel liehový kahan a nad jeho plameňom sa v plechovici od konzervy varila akási hmota, z ktorej sa dvíhali husté, páchnuce výpary. Bokom stál

malý stolík a stolička. Na stolíku som zazrel kalamár, pero a otvorený hrubší zošit. V rohu stála otvorená skriňa, plná fľaštičiek a škatúl.

Očividne som sa ocitol v chemickom laboratóriu.

V ten deň som vošiel do neobyčajného chemického laboratória a už nikdy som k nemu svoj srdečný vzťah nestražil. Oblúbil som si ho, mám ho rád dodnes a s potešením si spomínam na chvíle, ktoré som v ňom strávil.

A tak dnes klopem zase; teraz už na dvere vášho laboratória. Dúfam, že aj vy mi na moje klopanie odpoviete „vpadni!“ a ja vám aj dnes z celého srdca odvetím: — Som váš!

Strávime niekoľko dní pri spoločnej práci. Urobíme sto päťdesiat chemických pokusov. Cez prestávky, keď budeme oddychovať, porozprávame sa o tých úkazoch, ktoré pri pokusoch objavíme.

Pravdaže ten, ktorého takéto rozhovory nebudú zaujímať, môže sa ísť prebehnúť na čerstvý vzduch. Vráti sa, keď budeme znova pokračovať v našich pokusoch.

Napokon, všetky pokusy, ktoré chceme robiť, nie sú pre každého povinné. Nech sa len páči! Vyberajte si z nich podľa vlastného vkusu, nálady a možností. Možno, že na všetky pokusy ani nebudete mať k dispozícii potrebný materiál. Robte teda len tie, ktoré sa vám páčia, a ktoré máte možnosť urobiť.

A keď už je reč o materiáli, musím vám pripomenúť, že si nebudeme môcť obstaráť potrebný materiál tak ľahko ako v našom „Fyzikálnom kabinete“. Tí z vás, ktorí ste strávili so mnou v tom kabinete desať dní medzi hrou a fyzikou¹, zaiste si spomenú, že sme takmer pri všetkých našich pokusoch vystačili s takými pomôckami, ktoré sú dostupné pre každého, lebo ich môžeme získať v každej domácnosti. Pracovali sme najčastejšie s papierom, motúzom, nožnicami, pohármi, kúsokmi dreva, plechovicami od konzerv atď. Ak to bude len trochu možné, vynasnažíme sa, aby sme aj v našom chemickom laboratóriu vystačili s takými vecami, ktoré máte doma, ktoré sú lacné, alebo sa už nepoužívajú.

Ale predsa len budeme musieť aj niečo kupovať, najmä

¹ Spomína sa autorova knižka Medzi hrou a fyzikou, ktorá takisto vychádza v nakladateľstve Alfa (pozn. red.).

niektoré chemikálie. Bez drobných výdavkov naozaj nie je možné vybudovať ani to najskromnejšie chemické laboratórium. No každé rozptýlenie, ako aj každé učenie, vždy niečo stojí. Dúfame však, že nás rodičia nebudú veľmi hrešiť, ak si z času na čas od nich vypýtame nejaké peniaze na vybavenie nášho laboratória. Budeme sa však veľmi snažiť obstaráť si len tie najlacnejšie veci, šetrne s nimi narábať a míňať iba to najnutnejšie.

Pravda, najmä pre tých, ktorí bývajú v centre mesta, nebude také jednoduché nájsť vhodnú miestnosť, kde by sa dali robiť všetky pokusy, ktoré táto kniha opisuje. Ale verte mi, že ani to nie je taký veľký problém, ako sa na prvý pohľad zdá.

Mnohé z opisovaných pokusov sú takej povahy, že ich možno robiť aj v izbe, bez strachu, že by sa poškodil nábytok, bez akéhokoľvek nebezpečenstva pre prítomných, i bez toho, aby sa pracovalo na úkor dobrého vzduchu v miestnosti. Ba, treba pripomenúť aj to, že mnohé pokusy celkom dobre pobavia spoločnosť, ktorá sa zide počas zimných večerov v teplej izbe. Niektoré pokusy budeme robiť v kúpeľni a len celkom málo pokusov urobíme na dvore alebo na inom otvorenom priestranstve. Tie si však odložíme na teplejšie dni.

Preto si ani nerobte starosti s tým, kde budeme robiť naše pokusy. Naše laboratórium môže byť všade tam, kde práve sme, a kde náš pokus robíme.

Dôležité je len to, aby sme si obstarali malú skrinku alebo debnu, do ktorej si budeme môcť ukladať náčinie a chemikálie. Skrinka alebo debna musí mať zámok, aby sa dala zamknúť. Medzi chemikáliami, s ktorými budeme pracovať, budú totiž aj také, ktoré by mohli byť nebezpečné pre tých, ktorí s nimi nevedia narábať. Váš mladší brat alebo sestra by mohli počas vašej neprítomnosti sľadiť vo vašej debne. A to nesmiete pripustiť! Skriňu alebo debnu vždy dobre zamykajte a kľúč si dávajte do vrecka!

Ak nie ste vždy dosť opatrní, ak sa nemôžete na seba celkom spoľahnúť, nepracujte s takými chemikáliami, ktoré by mohli byť nebezpečné. Robte len tie pokusy, ku ktorým takéto chemikálie nie sú potrebné. Na nebezpečné chemikálie vás vždy upozorním.

Len sa, prosím vás, nebojte viac ako treba tých „nebezpečných chemikálií„! Aj obyčajný kuchynský nôž je nebezpečný pre toho, kto nedbá na to, aby s ním správne narábal.

A predsa nikomu ani len na um nepríde, aby ho vyhodil z domu.

Verím, že aj vy si obľúbite svoje „chemické laboratórium“ tak, ako sme si my, moji priatelia a ja, obľúbili tú starú šopu. Hoci to naše laboratórium, ktoré sme si vtedy mohli vybudovať, bolo naozaj jednoduché a skromné.

Ale teraz už — dajme sa do práce. Zariadme si najprv naše laboratórium, aby sme sa potom mohli s chuťou pustiť do našich pokusov.

Dvere necháme otvorené. A nad dvere pripevníme aj my nápis:

— Nech sa páči! — Vstup dovolený!

Prijímame každého, kto má záujem a záľubu v chémii a kto je pripravený s nami spolupracovať.

Na prahu chémie

1

Panta rei

Vráťme sa na chvíľku o 2500 rokov naspäť, na slnečné pobrežie Egejského mora, do malého mestečka Efezu, presláveného nielen svetoznáмым Artemidiným chrámom, ktorý sa všeobecne považuje za jeden zo siedmich divov sveta, a ktorý podpálil akýsi Herostratos, aby týmto pochybným činom prešiel do histórie. Toto mestečko sa preslávilo predovšetkým výkvetom ľudského umu — tým, že tam vlastne vyšľahli prvé lúče vedy.

Posaďme sa na kamenné schody tienistého stĺporadia a započúvajme sa do toho, čo tam starec Herakleitos rozpráva svojim žiakom.

— Panta rei — hovorí — všetko sa hýbe, všetko sa mení . . . Nič nie je v pokoji. Všetko na svete je v ustavičnom pohybe, podlieha neustálym zmenám . . .

Tieto zmeny, ktoré sa odohrávajú všade okolo nás, a ktoré nás obklopujú v celom tomto svete, v ktorom žijeme, zmeny, ktorým podlieha všetko, aj my samotní, zmeny, ktoré sa odohrávajú aj v nás a s nami, boli už od Herakleitových čias, ba ešte dávno pred ním, predmetom ľudského skúmania a záujmu. V súčasnosti sú tieto zmeny podľa povahy ich podstaty a podľa oblastí v ktorých sa odohrávajú, predmetom skúmania mnohých, vzájomne od seba oddelených, jednotlivých vedných odborov. Keď veda začala skúmať zmeny, ktorým podliehajú prírodné látky, začala tým vlastne skúmať samotné tieto látky — zaoberať sa ich vlastnosťami a stavom v akom sa na zemi nachádzajú. To znamená, že vedu zaujímal nielen to, ako sa tieto látky navonok prejavujú, ale za-



Obr. 1. Všetko sa mení, rozprával Herakleitos svojim žiakom

čala študovať samotné zmeny, rozdiely, ktoré možno na látkach pozorovať pred zmenou a po nej. Súčasne hľadala vysvetlenie týchto zmien, skúmala ich príčiny i následky. Začala objavovať zákony prírody, podľa ktorých sa tieto zmeny odohrávajú, a podľa ktorých sa aj musia odohrávať.

Medzi prvé prírodné vedy — ktoré sa začali rozvíjať na základe pozorovania tejto „pohyblivej“, človekom skúmanej prírody a na základe úvah o nej — patrili pred viac ako tridsiatimi storočiami fyzika a chémia.

Názov fyzika pochádza z gréckeho slova „fyzis“, ktoré znamená „príroda“. Ako veda o prírode, skúma prírodné látky, ich osobitosti, stav a premeny, ktoré sa s nimi odohrávajú. Fyzika však postupne obmedzila svoje výskumy len na tie zmeny, pri ktorých sa mení tvar látky alebo jej miesto v priestore, ale nie hmota, ktorá tvorí podstatu látky. Inak povedané, fyzika skúma iba tie zmeny, ktoré nepredstavujú podstatné a trvalé zmeny samotnej podstaty látky. Napríklad, keď zohrievate železný drôt, zmení vplyvom tepla svoju dĺžku — predĺži sa. Avšak hmota, z ktorej je drôt, pritom sa nemení. Ba ani zmena dĺžky drôtu nebude trvalá. Keď drôt vychladne, bude znova rovnako dlhý, ako bol pôvodne. Zmena, ktorá sa s ním stala, nebola ani trvalá a ani zásadne nezmenila samotnú podstatu železného drôtu. Keď zohrievame hrniec s vodou, voda sa vyparuje, ale aj tak zostane len vodou. Najlepšie to zistíme tak, keď sa para na chladnom predmete opäť premení na kvapky vody. Keď zhodíte knihu, ktorá leží na kraji stola, padne na zem. Tým kniha zmenila len svoje miesto v priestore pôsobením sily, ktorú ste vynaložili pri posotení, ako aj príťažlivosťou, ktorá knihu k zemi priťahla. Samotná podstata knihy sa však pritom nezmenila. Uvedené príklady fyzikálnych javov sú predmetom skúmania fyziky ako vedy.

Chémia skúma práve také zmeny látok, pri ktorých sa mení samotná hmota, z ktorej sa látka skladá. Skúma teda podstatné a trvalé zmeny skladby látky. Takáto látková premena sa napríklad uskutočňuje v dreve, keď ho položíme do ohňa a drevo zhorí. Zmení sa na dym a popol, ktorý zostane na ohnisku. Popol má celkom iné fyzikálne i chemické vlastnosti v porovnaní s tými, aké malo drevo skôr, než zhorelo. Takéto premeny nazývame chemickými a sú predmetom skúmania chémie ako vedy. Predpokladá sa, že názov chémia pochádza zo starého egyptského slova „hemi“, ktoré pôvodne zname-

nalo samotný Egypt i čierny humus, naplavený Nilom. Chémia bola v Egypte za starých čias na vysokej úrovni, a teda aj svoje meno dostala podľa krajiny, z ktorej sa rozšírila do vtedajšieho kultúrneho sveta.

Kým fyzikálne zmeny nemusia vždy sprevádzať zmeny chemické, so zmenami chemickými prebiehajú vždy aj zmeny fyzikálne. Keďže postupom času sa rozvíjala fyzika aj chémia, poznatky o prírode sa prehĺbovali a odhaľovali sa ďalšie prírodné zákony, rozširovala sa aj oblasť tých prírodných javov, ktorých sa fyzika a chémia dotýkali, ako aj tie oblasti, kde sa ich pole pôsobnosti prekrývalo. Tak sa objavil aj taký vedný odbor, ktorý skúma vzájomné vzťahy medzi chemickými a fyzikálnymi javmi. Nazýva sa „fyzikálna chémia“. Spája fyziku a chémiu, medzi ktorými niet presných hraníc, práve tak, ako nejestvujú presné hranice ani medzi fyzikálnymi a chemickými zmenami, ktoré v prírode neustále prebiehajú.

2

Niečo je predsa len večné...

Prirodzene, že vo všetkých tých zmenách, ktorým je všetko v prírode podriadené, v zmenách, ktoré neustále prebiehajú, či už rýchlejšie alebo pomalšie, a pri ktorých vzniká stále čosi nové a zaniká súčasne to, čo bolo predtým, je predsa len niečo, čo je večné...

— Večné?! — pýtate sa. — Čo je to, to večné, v tomto svete neustálych zmien!?

Večná je hmota, z ktorej sa svet skladá; hmota, ktorá týmto zmenám podlieha. Hmota mení svoj tvar, zloženie, vnútornú štruktúru; látky sa v prírode rozkladajú na svoje základné časti a tie sa opäť spájajú do nových kombinácií. Vzniká látka, ktorá má nové vlastnosti a nové tvary. Zlúčeniny sa rozkladajú na jednoduchšie zlúčeniny a na prvky. Prvky sa spájajú a vytvárajú zlúčeniny. Pri všetkých chemických procesoch, teda pri všetkých týchto premenách, ktoré sa odohrávajú, ostáva množstvo hmoty nezmenené.

Bez ohľadu na premeny, ktorými hmota prechádza v priebehu chemického procesu, množstvo hmoty pred i po premene, ostáva rovnaké.

Ani najnepatrnejšie množstvo hmoty nemôže vzniknúť z ničoho: nič nemôže vzniknúť z ničoho. Naopak, žiadne

množstvo hmoty nemôže zaniknúť; z niečoho vždy vzniká niečo; niečo, čo existuje, nemôže sa stratiť tak, aby celkom nič nezostalo.

Táto významná a veľká pravda, ktorá sa nám zdá dnes celkom jednoduchá a pochopiteľná, prenikla do vedy až v druhej polovici XVIII. storočia. V modernej chémii ju poznáme ako zákon zachovania hmoty. Tento zákon formuloval v r. 1777 na základe výsledkov svojich pokusov a meraní slávny francúzsky chemik Antoine Lavoisier (čítaj antoen lavoazije).

3

Rozmanitosť a jednota večnej hmoty

Hmota, z ktorej sa skladá celý svet, ba aj my v tomto svete, ako jedna jeho malá časť, jestvuje v nekonečnom množstve rozličných foriem.

Človek zistil, že v tomto množstve rozličných látok sa niektoré látky vyskytujú raz v čistej podobe, inokedy zmiešané s inými látkami.

Takéto zmesi rozličných látok nás obklopujú v celej prírode zo všetkých strán.

Vzduch, ktorý obklopuje Zem, nie je nič iné, ako zmes rôznych plynov. Podstatnou zložkou vzduchu je zmes kyslíka a dusíka a okrem týchto dvoch plynov obsahuje v malom množstve aj ďalšie plyny, ako napr. vodík, kysličník uhličitý a niektoré ďalšie plyny.

Vody, ktoré pokrývajú viac ako $\frac{2}{3}$ zemského povrchu, sú taktiež zmesou rôznych látok. Okrem čistej vody obsahujú veľa rozpustených solí, ako aj ďalšie rozličné zlúčeniny. Iste je vám známe, že soľ sa ťaží napr. odparovaním morskej vody.

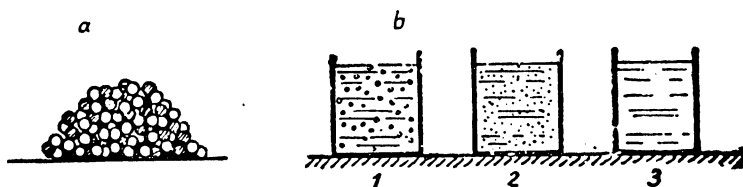
Napokon, aj samotná naša Zem je zmesou rôznych látok. Vezmite si nejaký kameň a uvidíte, že sa skladá z rozličných látok. V kúsku žuly je napr. časť kremeňa, živca a sludy, ktoré možno rozlíšiť voľným okom.

Také sústavy, v ktorých jednotlivé látky tvoriace sústavu si zachovávajú svoje chemické vlastnosti nezmenené, nazývajú chemici zmesami.

Zmesi môžu byť veľmi rôznorodé, lebo jestvuje veľmi veľa látok, ktoré sa môžu vzájomne zmiešavať.

Predovšetkým sa môžu zmiešať dve tuhé látky. Keď napríklad zmiešame trocha železného prachu so sírnym kvetom,

dostaneme zmes dvoch tuhých látok, v ktorej možno voľným okom rozlišovať čiastočky jednej i druhej látky. Keď zmiešame cukor so soľou, dostaneme tak isto zmes tuhých látok, ale už nedokážeme rozlíšiť soľ od cukru, ak sme použili jemne zomletý cukor i soľ. Keď zmiešame železné a medené piliny, dostaneme zmes, v ktorej možno rozoznať drobné kúsočky železa od kúskov medi. Môžeme však tieto kovy zmiešať aj takým spôsobom, že ich roztavíme; môžeme ich zmiešať totiž



Obr. 2. Zmesi: a — zmes tuhých látok, b — zmes v kvapaline;
1 — emulzia, 2 — koloid, 3 — roztok

aj v tekutom stave a potom nechať zmes stuhnúť. Takto dostaneme zmes dvoch tuhých látok, v ktorej sú obe látky tak dokonale premiešané, a pôvodné látky tak spojené, že už nebudeme môcť rozlíšiť jednotlivé zložky zmesi. Takéto zmesi kovov nazývame zliatinami.

Tak ako tuhé látky, môžu aj tekuté látky vytvárať rozličné zmesi. Napríklad voda a alkohol sa ľahko zmiešajú a vytvárajú zmes.

Príkladom plynnej zmesi je vzduch.

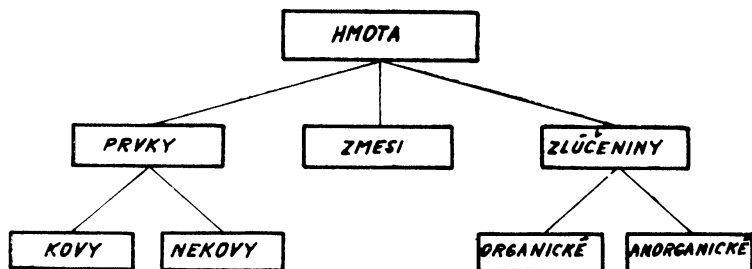
Zmesi však nevytvárajú len tuhé látky navzájom alebo len tekutiny samotné, prípadne iba plyny medzi sebou.

Zmesi, z tuhých a tekutých látok, sú v prírode veľmi rozšírené. Vlhká zem je napríklad zmesou vody a tuhých látok, z ktorých sa zem skladá. Vo vode, ktorú nachádzame v prírode, v riekach, jazerách a moriach, sa rozpúšťa veľa tuhých látok.

Aj tekuté a plynne látky takto môžu vytvárať zmes. Tekutiny sa môžu miešať s plynmi. Takouto zmesou je napríklad pena. Plyny sa môžu tiež zmiešať s tekutinami. Napríklad hmla nie je nič iné ako veľké množstvo veľmi drobných kvapiek vody, ktoré sa vznášajú vo vzduchu; spolu s plynmi, ktoré vzduch obsahuje, vytvárajú zmes.

Ba aj tuhé látky môžu spolu s látkami plynými vytvárať zmes. Pozrite sa na lúč slnečného svetla, keď zasvieti cez

okno do izby. Prečo vlastne vidíte jasný pás slnečných lúčov, ktoré siahajú od okna po podlahu? Hádam slnko osvetlilo vzduch? Nie. Častice, ktoré tvoria ovzdušie, sú príliš drobné na to, aby sme ich mohli vidieť voľným okom. V žiare slnečného svetla vidíme v izbe prach. Sú to častice tuhých látok, ktoré sa vznášajú vo vzduchu, a ktoré tvoria spolu so vzduchom v izbe zmes. Častice sú dostatočne veľké, aby sme ich mohli vidieť voľným okom, keď na ne dopadajú jasné slnečné lúče.



Obr. 3. Schéma druhov látok

Či sa častice v zmesi navzájom zmiešajú viac alebo menej, to závisí od ich veľkosti. Čím sú častice menšie, tým lepšie sa zmiešajú. Keď sa látky, tvoriace zmes, rozpadnú na najdrobnejšie kúštičky, potom sa častice navzájom dobre premiešajú a dostávame tak najdokonalejšie zmiešané zmesi. Takými sú napríklad zmesi plyných látok, roztoky tuhých látok v kvapalinách i roztoky tekutých a plyných látok. Podobne je to aj so zliatinami, ktoré sú mimoriadne jemne premiešanou zmesou tuhých látok.

Zmesi môžeme vhodným spôsobom oddeliť na tie látky, z ktorých pôvodne vznikli.

Zmes železa a síry môžeme napríklad oddeliť na železo a síru pomocou magnetu. Magnet priťahuje železný prach a síra zostáva v nádobe, v ktorej bola zmes. Alebo, ak túto zmes nasypeme do pohára vody, železné častice, pretože sú ťažšie, padnú na dno pohára a síra zostane na hladine vody.

Z morskej vody môžeme získať soľ tak, že necháme vodu vypariť.

Hrubé zmesi môžeme oddeľovať pomocou sita, cez ktoré

jeden druh materiálu prepadne a druhý materiál sito zadrží. Na oddeľovanie jemných zmesí tuhých látok z roztoku použijeme filter.

Pri všetkých týchto premenách, či už zmesi rozkladáme na také látky, z ktorých sa zmes skladá, alebo ich miešame a vytvárame tak novú zmes, samotná látka zostáva rovnaká — jej chemické vlastnosti sa nemenia.

Ak však zmiešame v skúmavke trochu železného prachu a síry a túto zmes zohrejeme nad plameňom liehového kahanu, budeme mať v skúmavke celkom novú látku. Už nebude možné oddeliť železo pomocou magnetu; ani v pohári vody už nebude na povrchu plávať síra. Táto látka bude mať nové vlastnosti, ktoré sa budú líšiť od tých vlastností, ktoré malo pôvodne samotné železo i samotná síra.

Je zrejmé, že v tomto prípade železo a síra netvoria už len zmes, ale že vznikla celkom nová látka, ktorej každá, aj tá najmenšia častica, má určité vlastnosti. Takéto spojenie dvoch alebo viacerých látok sa zásadne líši od zmesi a chemici ho nazývajú zlúčeninou.

Morská voda, o ktorej vieme, že je zmesou čistej vody a soli, lebo obsahuje rozpustenú soľ, môže sa rozložiť na čistú vodu a kuchynskú soľ, ktorej obsahuje najviac; okrem kuchynskej soli sú v nej v menšom množstve aj niektoré ďalšie druhy solí. Chemici však zistili, že ani voda, ani soľ nie sú jednoduché látky, pretože aj tie sa ešte skladajú z iných látok. Avšak tieto látky už nemožno rozložiť na látky, z ktorých sa skladajú, bez toho, že by sa nezmenili ich chemické vlastnosti. Sú to vlastne zlúčeniny, kým morská voda je zmes.

Zaiste všetci dobre viete to, čo zistili chemici, že voda je zlúčenina vodíka a kyslíka. Vodík a kyslík sú plyny. Vodík je plyn horľavý; kyslík je plyn, ktorý horenie podporuje, v ktorom horí všetko, čo je horľavé. A voda je pritom taká kvapalina, ktorá horieť nielenže nemôže, ale ktorá oheň zahasí. Je teda celkom jasné, že vlastnosti vody sa zásadne odlišujú od vlastností, ktoré má samotný vodík a kyslík.

Práve tak je to i s kuchynskou soľou. Kuchynská soľ je zlúčenina sodíka a chlóru. Sodík je kov. Chlór je plyn, a to ešte plyn veľmi jedovatý. Pritom zlúčenina sodíka a chlóru už nielenže nie je jedovatá, ale ju dokonca živý organizmus potrebuje.

Dlhou a namáhavou prácou, trvajúcou niekoľko storočí, ktorej plodné výsledky sa prejavili najmä v posledných dvoch

storočiach, podarilo sa chemikom objaviť asi milión rozličných zlúčenín.

Možno namietnete: — Milión!? Ktože sa vôbec môže vyznať v miliónoch zlúčenín?

I tento problém sa vede podarilo vyriešiť. Pri všetkých svojich výskumoch používa veda také metódy, ktoré jej umožňujú vo všetkých oblastiach výskumov vypracovať určitý systém.

Chemici skúmali predovšetkým, z akých základných látok pozostávajú zlúčeniny, na aké základné látky možno zlúčeniny rozkladať, t. j. z akých základných látok vlastne vznikli. Tieto základné látky sa potom môžu znova zlučovať tak, že vznikajú nové zlúčeniny, ktoré sa dajú potom opäť rozložiť, avšak iba na také základné látky, z ktorých pôvodne vznikli.

Chemici súčasne skúmali zákony, podľa ktorých sa základné látky spájajú — vytvárajú zlúčeniny, ako aj zákony, podľa ktorých sa zasa zlúčeniny rozkladajú na základné látky.

Na základe poznatkov o látkach i o zákonoch, podľa ktorých sa tieto základné látky navzájom viažu, alebo ako hovoria chemici, na základe zákona o vzájomných zlučovacích pomeroch, vypracovala veda taký systém, podľa ktorého sa chemici ľahko orientujú v labyrinte najrozmanitejších zlúčenín. A raz sa budete v tomto labyrinte vyznať aj vy. Prečo by ste sa aj vy raz necítili v chemickom svete ako doma?

Tie základné látky, z ktorých sa svet skladá, nazvali vedci prvkami (elementmi). Zistilo sa, že je ich v prírode 92¹ a že sa z nich skladajú všetky známe zlúčeniny na svete.

V prírode sa jednotlivé prvky vyskytujú najčastejšie v zlúčeninách, z ktorých sa získavajú v chemických laboratóriách alebo v továrňach. Ale výnimočne ich nájdeme aj v prírode — v čistom stave — mimo zlučenín. Ako viete, vo vzduchu sa nachádza kyslík a dusík. Lenže vzduch je zmes týchto dvoch plynov a len veľmi ťažko ich možno od seba odlúčiť. Preto sa musia kyslík a dusík vyrábať v továrňach zo zmesi týchto prvkov. Niektoré prvky sa dodnes nenašli v prírode v čistom stave. Vyskytujú sa výlučne len v niektorých zlúčeninách. Preto možno tieto prvky získavať iba umelým spôsobom. Tak je to napr. s hliníkom. Tento prvok sa ešte nikdy nenašiel v prírode vo voľnom stave. Získava sa výlučne z jeho zlúčenín. Na-

¹ Známých prvkov doteraz je 104, ale niektoré boli zatiaľ pripravené iba umele (pozn. red.).

príklad aj železo sa len zriedkavo v prírode nájde v čistom stave.

Ale v prírode nenájdeme ani všetky známe zlúčeniny. Niektoré sa pripravujú laboratórne, napríklad syntetické materiály. Sú to látky, ktoré človek získal syntézou, t. j. spojením rôznych prvkov, ako napríklad dnes už veľmi rozšírené plastické hmoty a umelé vlákna polyvinylchlorid, nylon a ďalšie.

No svet sa aj tak skladá len z 92 druhov základných prvkov, čiže elementov.

Prvky sa podľa príbuznosti a niektorých podobných vlastností rozdeľujú na dve veľké skupiny, a to kovy a nekovy.

Pomocou najrôznejších kombinácií vytvárajú prvky medzi sebou veľké množstvo zlúčenín.

Aj zlúčeniny rozdeľujeme podľa ich povahy na dve veľké skupiny: organické a anorganické.

Prvky i zlúčeniny sa vyskytujú v rozličných zmesiach.

4

Najmenšia časť hmoty

Výskum hmoty, z ktorej sa svet skladá, predstavuje jeden zo spôsobov ľudského myslenia, hľadania a skúmania sveta a jeho podstaty.

Čo je to svet? Čo je to príroda? Podľa akých zákonov sa svet riadi? Aké zákony ho ovládajú? To sú otázky, ktoré si človek kladie už celé stáročia. Odpovede, ktorých sa mu dostalo na to nespočetné množstvo otázok, odpovede na tie všetky drobné i závažné otázky, ktoré si sám sebe kládol na tejto ceste poznávania prírody, predstavujú to, čo doteraz dosiahli spoločne všetky vedy i celá technika.

Ku skúmaniu sveta pristupuje ľudský rozum, ako hovoril nemecký filozof Emanuel Kant, podľa vlastných princípov a skúseností, nie však ako žiak, ktorý sa od prírody len učí a snaží sa ju poznať, ale aj ako sudca, ktorý svojimi pokusmi núti prírodu, aby mu ako svedok odpovedala na jeho otázky.

Už iba zamýšľaním sa nad prírodou, uvažovaním o prírode, prišiel človek dávno na myšlienku, že svet sa skladá z neviditeľných drobných častíc hmoty. Starý grécky filozof Demokritos, ktorý žil pred 2400 rokmi, učil, že svet sa skladá z drobných, neviditeľných a nedeliteľných častíc hmoty, kto-

ré sa pohybujú v prázdnom priestore. Tieto neviditeľné častice nazval atómami. „Atomos“ znamená v gréčtine „neviditeľný“. Demokritos učil, že pohyb atómov je večný práve tak, ako sú večné aj samotné atómy, a že každý vznik a zánik, ktorý vo svete prebieha, nie je nič iné, len spájanie sa a rozpad atómov.

Geniálne myšlienky starého Demokrita sa ukázali ako správne až po mnohých stáročiach. Dokázali to veľkolepé pokusy.

Ukázalo sa, že je skutočne správne to, čo Demokritos iba tušil, ale čo tvorilo podstatu jeho učenia.

Svet sa skutočne skladá z atómov — neviditeľných drobných častíc hmoty, medzi ktorými je prázdny priestor. V tomto priestore sú častice v ustavičnom pohybe.

Lenže atómy nie sú najmenšie častice hmoty, ako sa domnievali kedysi filozofi. Sú to najmenšie častice základných látok — prvkov.

Atómy nie sú rovnaké. Rovnaké sú iba atómy toho istého prvku. Prvky sa odlišujú jeden od druhého práve tým, že ich atómy nie sú rovnaké.

Atóm je teda najmenšia častica určitého prvku.

No, ak sú atómy najmenšími časticami prvku, ako je to vlastne s ostatnými látkami? Do akej miery ich možno deliť? Aké sú ich najmenšie častice?

Pripomeňme si predovšetkým to, čo sú to tie ostatné látky. Sú to zlúčeniny. Ako už vieme, zlúčeniny sa skladajú z rozličných prvkov.

Podľa toho, najmenšími časticami určitej zlúčeniny môžu byť skupiny atómov tých prvkov, ktoré zlúčeninu tvoria. Také skupiny atómov nazývame molekulami.

Molekuly sú najmenšie častice zlúčeniny. Predstavujú určitý celok, v ktorom sú navzájom viazané atómy prvkov tvoriacich zlúčeninu.

Preto možno zlúčeninu rozdeliť aj na molekuly. Keď molekulu rozdelíme na atómy, z ktorých sa skladá, zlúčenina zanikne. Zostanú nám len atómy tých prvkov, z ktorých sa pôvodne táto zlúčenina skladala.

Ako už viete, voda je zlúčenina vodíka a kyslíka. Najmenšia častica vody, ktorá si ešte zachováva všetky vlastnosti vody, je molekula vody. Jedna molekula vody sa skladá z dvoch atómov voďíka a jedného atómu kyslíka. Keď sa táto molekula rozloží, voda zaniká a ostanú už iba dva atómy

vodíka a jeden atóm kyslíka v takom stave, že už nie sú ničím navzájom viazané a majú každý svoje vlastnosti, ktoré sa líšia od vlastností vody.

Prvky sa skladajú z molekúl, molekuly z atómov. Molekuly rovnakých prvkov obsahujú celkom rovnaké atómy. Molekuly prvkov sú teda zoskupením rovnakých atómov určitého prvku.

K týmto predstavám o stavbe zlúčenín a prvkov, o neviditeľných a nemerateľných časticiach, z ktorých sa zlúčeniny i prvky skladajú, dospela veda starostlivým pozorovaním a meraním, pokusmi a geniálnymi uzávermi na základe zákona o spájaní prvkov do zlúčenín a o rozkladaní zlúčenín na prvky. Tento zákon veda objavila a vysvetlila.

5

Menší od najmenšieho

V našom storočí veda pokračovala ďalej vo svojej fantastickej ceste pri skúmaní toho neviditeľného a nemerateľného, a prenikla až k tajomstvu „najmenšieho“ a „nedeliteľného“ atómu.

Táto najmenšia častica hmoty je ešte menšia, než je najmenšia veličina, ktorú si vôbec dokážeme predstaviť. Vedci zistili, že v jednom kubickom centimetri vodíka je

54 200 000 000 000 000 000

atómov vodíka, a že jeden atóm vodíka váži

0, 000 000 000 000 000 000 000 001 663 gramu.

Aby ste pochopili aspoň čiastočne tieto čísla, skúste si predstaviť, že z jedného kubického centimetra pomocou miniatúrnej lyžičky naberieť za jednu sekundu miliardu atómov vodíka. Čo myslíte, koľko času by ste potrebovali, aby ste povyberali všetky atómy? Približne 20 000 rokov!

A medzi takýmito, natoľko malinkými atómami, je aj v tej najtvrdšej hmote ešte prázdny priestor; v ňom sú atómy v ustavičnom chvení alebo pohybe. V tuhej látke kmitajú na určitom mieste vzhľadom na postavenie ostatných atómov. V plynných látkach sa ženú rýchlosťou niekoľkých kilometrov za sekundu. Neprekonávajú však pritom mimoriadne veľké vzdialenosti, lebo neustále narážajú, miliardy ráz za

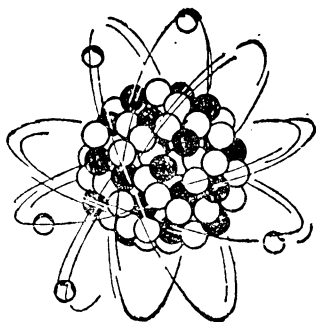
sekundu, na iné atómy, ktoré sa nachádzajú v ich blízkosti. Tým sa mení ich smer a pohybujú sa preto v ohraničenom priestore.

No ešte aj samotný atóm, hoci je taký maličký, nie je kompaktný. Nie je celý vyplnený hmotou. Aj atóm sa skladá z ešte menších častíc, ktoré sa pohybujú v prázdnom priestore atómu.

Tento poznatok odhalil vede celkom nový svet. Asi tak, ako keď Holanďan Leeuwenhoek (čítaj leuenhuk) zostrojil mikroskop, a tým objavil dovtedy nepoznaný svet najdrobnejších živých organizmov.

Teda, ako sme už spomenuli, atóm vlastne tiež nie je kompaktný.

Skladá sa z jadra a elektrónov, ktoré obiehajú okolo jadra. Zobrazenie atómu nám pripomína nakreslenú našu slnečnú sústavu. Jadro atómu je uprostred, tak ako je Slnko uprostred našej slnečnej sústavy. Elektróny obiehajú okolo jadra práve tak, ako obiehajú planéty okolo Slnka.



Obr. 4. Atómové jadro a elektróny, ktoré obiehajú okolo neho. Musíme si predstaviť, že elektróny sú oveľa ďalej, než sa to javí na obrázku, ak túto vzdialenosť porovnáme s veľkosťou elektrónov a jadra

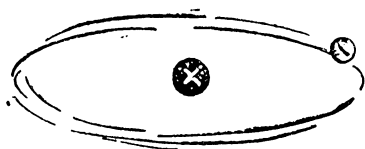
Podľa veľkosti atómového jadra a elektrónov, obiehajú elektróny v obrovských vzdialenostiach od jadra; tak obiehajú aj planéty Slnka. Keby ste si predstavili jadro atómu v takej veľkosti, ako je na obrázku, museli by ste si predstaviť, že elektróny obiehajú nie pozdĺž stien izby, v ktorej sedíte, ani nie okolo záhrady za domom, ale až niekde v susednej ulici.

Ale ani jadro atómu nie je ešte jednoduchým útvarom.

Aj ono sa skladá z dvoch druhov drobných častíc. Sú to protóny a neutróny.¹

Protóny a neutróny sú spojené celkom tesne a vytvárajú kompaktné jadro atómu. Odlišujú sa od seba tým, že protóny majú kladný elektrický náboj, kým neutróny elektrický náboj nemajú.

Elektrón je okrem toho asi 1850-krát ľahší, než jeden protón alebo neutrón. Elektróny majú záporný elektrický náboj. Ku každému protónu sa viaže jeden elektrón. Koľko je v atómovom jadre protónov, toľko má atóm aj elektrónov.

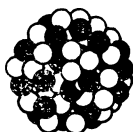


Obr. 5. Atóm vodíka

JADRO HÉLIA



JADRO URÁNU



PROTÓNY	2
NEUTRÓNY	2
<hr/>	
ATÓMOVÁ HMOTNOSŤ	4
ATÓMOVÉ ČÍSLO	2

PROTÓNY	92
NEUTRÓNY	146
<hr/>	
ATÓMOVÁ HMOTNOSŤ	238
ATÓMOVÉ ČÍSLO	92

Obr. 6. Atómové číslo aj atómová hmotnosť závisia od počtu protónov a neutrónov v jadre: jadro hélia a jadro uránu

Jadro atómu, ktoré má kladný elektrický náboj, priťahuje záporne nabitú elektróny a zabráňuje im tak uletieť — rozpadnúť sa v dôsledku odstredivej sily, vyvolanej rýchlym krúžením okolo atómového jadra. Toto fantasticky rýchle krúženie zároveň znemožňuje aj to, aby jadro natrvalo pritiahlo k sebe elektróny. Tým sa vlastne protóny a elektróny udržiavajú v rovnováhe a zachováva sa tak stavba atómu.

¹ Novšie boli objavené aj ďalšie častice atómového jadra. Zatiaľ sú však predmetom špeciálnych štúdií (pozn. red.).

Atómy jednotlivých prvkov rozlišujeme podľa toho, koľko protónov obsahuje ich jadro. Napríklad atóm vodíka má jeden protón. Každému protónu prináleží aj jeden elektrón. Preto sa v jednom atóme vodíka nachádza aj jeden elektrón.

Najjednoduchšiu stavbu má atóm vodíka; iba jeden protón a jeden elektrón. Jadro atómu vodíka neobsahuje neutróny. Len výnimočne sa stáva, že v jadre atómu vodíka je aj jeden neutrón; je to v jadre atómu tzv. ťažkého vodíka.

V jadre atómu železa je 26 protónov, čiže okolo jadra krúži 26 elektrónov. Jeden atóm zlata má 79 protónov a 79 elektrónov. Na jednom z posledných miest periodickej tabuľky prvkov je urán. V jeho jadre je 92 protónov a okolo jadra krúži 92 elektrónov.

Keď sa pozriete na periodickú tabuľku prvkov, zistíte, že poradové číslo prvkov v tabuľke sa zhoduje s počtom protónov v atóme určitého prvku. Z tabuľky vždy ľahko vyčítate, koľko protónov a koľko elektrónov sa nachádza v atóme určitého prvku.

Hmotnosť¹ prvku závisí od hmotnosti atómového jadra (nukleus) preto, lebo hmotnosť elektrónu je nepatrná. Atómová hmotnosť určitého prvku zodpovedá preto približne súčtu protónov a neutrónov, ktoré obsahuje atómové jadro (nukleus). Napríklad vodík má iba jeden protón a jeho atómová hmotnosť sa rovná 1. Hélium má 2 protóny a 2 neutróny, a tak jeho atómová hmotnosť je 4. Atóm kyslíka má 8 protónov a 8 neutrónov. Preto má atómovú hmotnosť 16. Jeden atóm uránu má 92 protónov a 146 neutrónov, z čoho vyplýva, že atómovú hmotnosť má 238. Vyskytujú sa však aj ľahšie atómy uránu, v ktorých sa nachádza iba 143 neutrónov. Takýto ľahší urán váži teda 235 jednotiek.

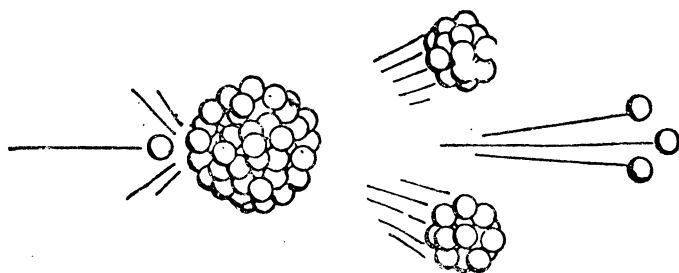
Protóny a neutróny drží spolu v atómovom jadre obrovská sila. Pri rozbíjaní jadra sa táto energia uvoľňuje. Atómová energia je teda tá energia atómového jadra, ktorá drží častice jadra spolu, a ktorá sa uvoľňuje vtedy, keď sa jadro rozbije.

Čo môže toto jadro rozbiť? — opýtate sa.

Neutrón. Neutrón je tou „strelou“, ktorá vyletí rýchlosťou takmer 20 000 kilometrov za sekundu z jadra, keď sa toto jadro za určitých podmienok roztriešti. Neutrón narazí na

¹ Podľa staršieho označovania špecifická váha prvku.

druhé podobné jadro a rozbije ho na dve menšie jadrá. Pritom odletia 2 až 3 neutróny, ktoré sa už „nezmestia“ do nového zloženia jadra. Tieto neutróny sa potom pohybujú veľkou rýchlosťou vo voľnom priestore, narážajú na druhé atómy a štiepia ich jadrá. Uvoľňuje sa tak obrovská energia, ktorá je skrytá v atómovom jadre; energia, ktorá je 50 miliónov ráz väčšia než ktorákoľvek doteraz známa energia vo svete.



a.

b.

Obr. 7. Rozbitie atómu: a — neutrón bombarduje atómové jadro, b — jadro sa rozpadá na dve nové jadrá, pričom vymršťuje nové „bombardujúce“ neutróny

Protóny, neutróny a elektróny tvoria teda tú základnú hmotu, z ktorej sa skladajú všetky prvky i všetky zlúčeniny. Inak povedané: z protónov, neutrónov a elektrónov sa skladá celá príroda a všetko v nej. Takto sa nám tá zdanlivo nekonečná rôznorodosť všetkého mŕtveho a živého na svete, v prírode, zmenila na čosi celkom nepochopiteľne jednoduché — na tri druhy častíc hmoty alebo energie, z ktorých sa skladá atóm.

6

Sympatie a antipatie

Môžeme to vyjadriť aj takto: V tomto svete atómov pôsobia vzájomné sympatie a antipatie, ktoré sa veľmi podobajú náklonnosti a neznášanlivosti, tak ako sa prejavujú aj v ľudskej spoločnosti.

Niektoré atómy sa totiž okamžite viažu s inými a vytvárajú molekuly zlúčenín; iné zasa ostávajú osamotené, alebo sa zlučujú len veľmi ťažko. Robia to vlastne práve tak, ako aj niektorí ľudia. Jedni sa ľahko a rýchlo spriatelía s každým, kým iní uzatvárajú priateľstvá len veľmi ťažko. Niektorí ľudia priateľské vzťahy starostlivo chránia a ťažko ich rozvážujú; iní sa dokážu rozísť okamžite, sú ochotní staré priateľstvá zanechať iba preto, aby mohli uzatvárať nové. A sú aj takí ľudia, ktorí sa vedú veľmi pripútať k niekomu, pričom ostatní sú im celkom ľahostajní.

Tieto „sympatie“ a „antipatie“ atómov nie sú vôbec náhodné. Závisia od štruktúry atómu, od energie, ktorá sa v nich skrýva a od zákonov, podľa ktorých sa atómy jednotlivých prvkov viažu v zlúčeninách.

Najjednoduchší prípad väzby prvkov v zlúčenine vznikne, keď do zostavy jednej molekuly zlúčeniny vstupuje po jednom atóme dvoch rôznych prvkov. Napríklad jeden atóm sodíka a jeden atóm chlóru sa viažu v jednej molekule kuchynskej soli. Zložitejšia molekula vzniká tak, že sa jeden atóm určitého prvku viaže s dvoma atómami iného prvku. Ako príklad môžeme uviesť vodu: jeden atóm kyslíka sa viaže s dvoma atómami vodíka, a tak vzniká jedna molekula vody. Stáva sa však aj to, že sa dva atómy kyslíka spoja s dvoma atómami vodíka a vytvorí tak jednu molekulu tzv. peroxidu vodíka. Takéto kombinácie môžu byť veľmi rozmanité. V molekulách niektorých zlúčenín sa vyskytujú atómy viacerých prvkov, ktoré sa navzájom viažu s viacerými atómami iných prvkov, a tak jestvujú aj také zlúčeniny, ktorých molekuly obsahujú niekoľko sto alebo aj tisíc atómov. Sú to tzv. makromolekuly. Takéto sú napr. molekuly bielkovín i niektorých ďalších organických zlúčenín.

Vo všetkých týchto rozmanitých možnostiach spájania prvkov do zlúčenín objavili chemici niečo spoločné: prvky sa navzájom spájajú podľa svojej hmotnosti, podľa zlučovacích pomerov. Znamená to prakticky toľko, že s určitým množstvom nejakého prvku sa vždy spojí len presne určené množstvo iného prvku, a teda vždy vznikne len určitá zlúčenina. Napríklad jeden diel vodíka, nech už je to kilogram alebo miligram, bude sa vždy viazať s ôsmimi dielmi kyslíka a výsledkom bude 9 dielov vody. Pomer vodíka a kyslíka bude teda vždy 1 : 8. Keď vezmeme 2 gramy vodíka, budeme potrebovať pre jeho úplné zlúčenie s kyslíkom na vodu dva-

krát toľko kyslíka, t. j. 16 gramov. Vzťah medzi hmotnosťou jedného a druhého prvku pri vytváraní zlúčeniny je teda stály. Tento zákon nazvali chemici zákonom stálych zlučovacích pomerov.

Teraz, keď už poznáme štruktúru atómu, rozumieme celkom dobre aj tomuto zákonu. Do jednej molekuly vody vstupujú dva atómy vodíka a jeden atóm kyslíka. Atóm vodíka má jeden protón, atóm kyslíka má 8 protónov a 8 neutrónov, t. j. spolu 16. Podľa zákona stálych zlučovacích pomerov, do jednej molekuly vody vstupujú dva protóny vodíkového jadra, čo predstavuje pomer 2:16 alebo 1:8.

Teda, z atómovej hmotnosti tých prvkov, ktoré sa zlučujú, a z množstva ich atómov v molekule môžeme vždy vypočítať vzájomný pomer medzi ich hmotnosťami, podľa ktorých prvky vytvoria zlúčeninu. Musíme len vynásobiť atómové hmotnosti množstvom atómov v molekule, aby sme dostali hmotnostné (váhové) jednotky, v ktorých sa prvky spoja — či to už budú gramy, miligramy alebo iné hmotnostné jednotky. Napríklad jeden atóm uhlíka, ktorý má atómovú hmotnosť 12, bude sa viazať s dvoma atómami kyslíka, ktorý má atómovú hmotnosť 16; takto vznikne molekula kysličníka uhličitého. Potom, keď budeme mať 12 gramov uhlíka (1×12), budeme potrebovať 32 gramov kyslíka (2×16) a dostaneme 44 gramov kysličníka uhličitého. Molekulová hmotnosť kysličníka uhličitého bude 44.

Molekulová hmotnosť určitej zlúčeniny sa rovná súčtu atómových hmotností prvkov, ktoré molekulu tvoria.

Tento zákon stálych zlučovacích pomerov, ktorý sa nám dnes zdá taký jednoduchý, bol významným objavom v histórii chémie. Objavil ho nemecký fyzik Richter koncom XVIII. storočia. Správnosť tohto zákona dokázal vo svojich početných prácach začiatkom XIX. storočia francúzsky chemik Proust. Anglický chemik Dalton ho rozšíril o tzv. zákon viacerých zlučovacích pomerov (hmotnostných závislostí), ktorý platí vtedy, keď dva alebo aj viacej prvkov vytvára viac zlúčenín. napr. peroxid vodíka, ako sme už spomínali. Francúzsky chemik Gay-Lussac (gej-lisak) formuloval zákon stálych objemových pomerov, podľa ktorého sa plynné prvky zlučujú aj v stálych objemových pomeroch. Taliansky fyzik Avogadro usúdil na základe dovtedy známych vedeckých poznatkov, že všetky látky, prvky a zlúčeniny sa skladajú z molekúl. Tým formuloval zákon, ktorého správnosť sa do-

kázala len neskoršie, že rovnaké objemy všetkých plynov majú pri rovnakej teplote a tlaku rovnaký počet molekúl.

Vedecké práce týchto učencov sa stali základom teórie atómov a molekúl. Ich poznatky znamenajú pre vedecký pokrok i pre ľudstvo veľký úspech a prínos.

7

Ruky atómu

Pestrosť a rozmanitosť zlúčenín, v akej sa vyskytujú prvky v prírode a v laboratóriách, je podriadená ešte jednému pravidlu, ktoré dáva možnosť chemikovi ľahko sa orientovať v tomto labyrinte, v tejto rozmanitosti, a pomáha mu získavať potrebnú orientáciu.

Či sa jeden atóm nejakého prvku viaže s jedným, dvoma alebo viacerými atómami iného prvku, to závisí od spôsobilosti prvku viazať na seba jeden alebo viacej atómov druhého prvku.

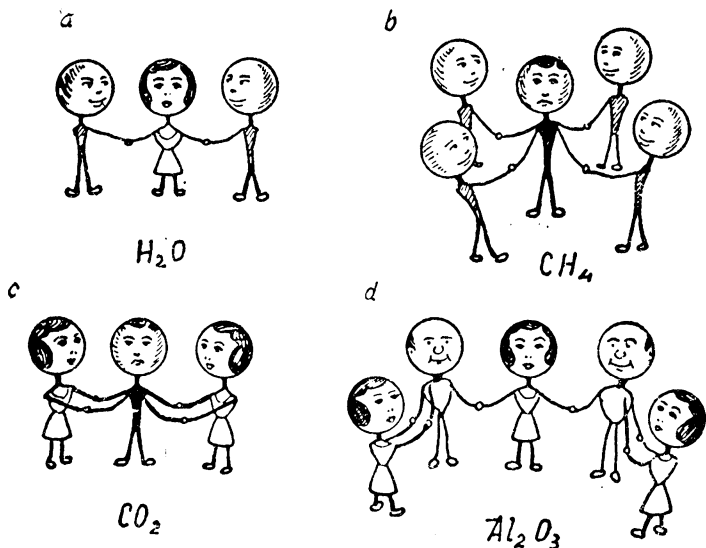
Túto spôsobilosť nazvali chemici latinsky „valencia“, čo vlastne znamená mocenstvo — schopnosť viazať sa.

Predstavme si na okamih túto valenciu ako ruku atómu, ktorou atóm určitého prvku chytá za ruku atóm iného prvku, takto sa s ním spája a vytvára molekulu zlúčeniny. Ak si predstavíme, že atóm určitého prvku má dve ruky, môže teda uchopiť dva atómy iného prvku, ktorého atómy majú iba jednu ruku.

Atóm vodíka má jednu valenciu; má len jednu „ruku“. Preto sa o ňom hovorí, že je jednovalenčný — jednoväzbový (jednomocný). Kyslík je dvojvalenčný, čo znamená, že jeden atóm kyslíka sa môže viazať s dvoma atómami vodíka. Hlinitík je trojvalenčný, uhlík štvorvalenčný.

Ak poznáme valenciu — väzbovosť prvkov, potom už ľahko určíme aj to, koľko atómov jedného prvku sa bude viazať s jedným alebo viacerými atómami iného prvku. Súčet valencií jedného prvku sa musí rovnať súčtu valencií prvku druhého.

Napríklad kyslík, ktorý je dvojvalenčný, viaže dva atómy vodíka. V jednej molekule vody sú dva atómy vodíka a jeden atóm kyslíka. Uhlík, ktorý je štvorvalenčný, viaže štyri atómy vodíka, a preto jedna molekula známeho prírodného plynu metanu obsahuje jeden atóm uhlíka a štyri atómy vodíka.



Obr. 8. Valencia niektorých prvkov: a — molekula vody, b — molekula prírodného plynu, c — molekula kysličníka uhličitého, d — molekula kysličníka hlinitého

Molekula kysličníka uhličitého obsahuje jeden atóm uhlíka a dva atómy kyslíka, lebo dva atómy kyslíka majú spolu 4 valencie, teda toľko, ako jeden atóm uhlíka. A tie pekné červené kamienky v hodinkách, v ktorých sa otáčajú osky koliesok, alebo aj belasé drahokamy, ktoré môžete vidieť napr. v náhrdelníku vašej sestry, rubíny a zafíry, nie sú nič iné než kysličník hlinitý, zlúčenina hliníka a kyslíka. Koľko atómov jedného a druhého prvku je v jednej molekule rubína alebo zafíra? Vypočítajme si to! Keď vezmeme jeden atóm hliníka, ktorý má tri valencie, a jeden atóm kyslíka, ktorý má dve valencie, zostane nám jedna valencia hliníka voľná. To však znamená, že sme molekulu nezostavili správne. Musíme pridať ešte jeden atóm kyslíka, ale potom nám zasa zostáva voľná ešte jedna valencia kyslíka, čo znamená, že musíme ešte zvýšiť aj počet atómov hliníka v jednej molekule rubína. Začnime teda s dvoma atómami hliníka, ktoré majú spolu 6 valencií. Týchto 6 valencií bude viazať 3 atómy kyslíka, ktoré majú po dvoch valenciách, teda v molekule

bude aj 6 valencií kyslíka. Takýmto spôsobom sme už molekulu zostavili správne.

Poviete si, veď výpočet je celkom ľahký! Áno, bolo by to veru celkom ľahké určovať zloženie molekúl jednotlivých zlúčenín, keby mal každý prvok vždy rovnaký počet valencií. Avšak mocenstvo, (valencia) niektorých prvkov sa mení: v niektorých zlúčeninách majú určitú valenciu a v iných zlúčeninách zasa odlišnú valenciu. Napríklad dusík a fosfor sú niekedy trojvalenčné, inokedy päťvalenčné; meď a ortuť bývajú jednovalenčné, ale aj dvojvalenčné; železo je dvojvalenčné i trojvalenčné. Toto, pravda, prácu sťažuje, ale nie až natoľko, že by to chemikom znemožňovalo vypočítať správny vzorec, podľa ktorého sa potom tak dobre vyznajú v tých rozmanitých kombináciách, v akých sa vyskytujú jednotlivé prvky v prírode. Chemici si na základe veľkého počtu pokusov vo svojich laboratóriách overili a dokázali mocenstvo jednotlivých prvkov. Takto objavili kľúč, podľa ktorého sa atómy prvkov spájajú do molekúl, a tým tvoria zlúčeniny.

8

Sprostredkovatelia

Okrem prvkov schopných viazať sa s inými prvkami (na základe svojho mocenstva, teda „rúk“, ktoré môžu podať iným prvkom), jestvujú aj také „nedružné“ prvky, ktoré svoju „ruku“ nechcú podávať; nechcú sa zbližovať a zlučovať.

Predstavte si, že takéto dva prvky sedia v prázdnej reštaurácii za dvoma stolmi. Jeden na druhého ani len nepozrie a každý sa venuje len svojmu tanieru. Zrazu sa otvoria dvere a do reštaurácie prichádza tretí prvok; nemusí to byť iba prvok, môže to byť aj nejaká zlúčenina. Dôležité je však to, že je to ich spoločný známy. Tí prví dvaja vyskočia, pozdravia sa s prichádzajúcim, on ich zoznámi a potom si už sadnú za jeden stôl. Ten ich spoločný priateľ môže čoskoro odísť, ale dvojica, z ktorej každý sedel nevšímavo za svojím stolom, zostáva sedieť v priateľskom rozhovore a večeria už spoločne. Zbližili sa, zoznámili sa vlastne len vďaka tomu tretiemu, ktorý ich zoznámenie sprostredkoval, hoci on sám do molekulárnej sústavy takto vzniknutej novej zlúčeniny vôbec nevstúpil.

Také látky, ktoré len sprostredkujú zlučovanie prvkov, ale ktoré sa pritom ani nemenia, ani do sústavy nevstupujú, nazývame katalyzátormi a proces, ktorý pri ich účasti prebieha, nazýva sa katalýza.

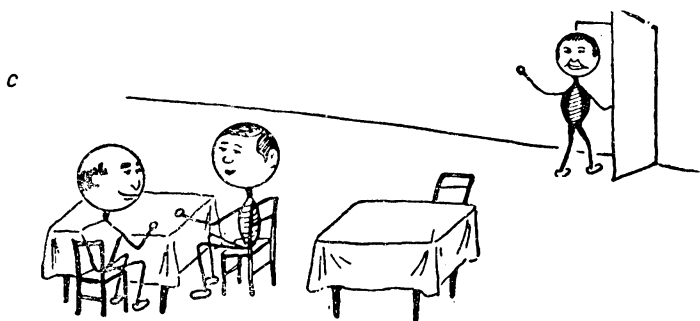
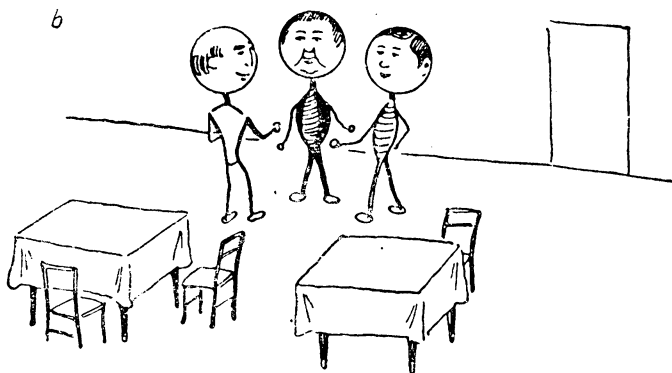
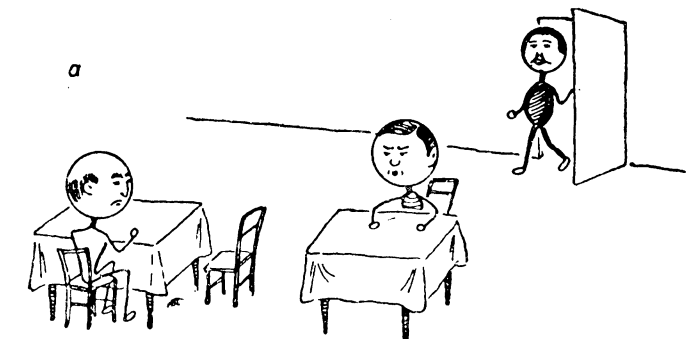
Katalyzátorov je veľmi veľa. Niektoré látky môžu pôsobiť ako katalyzátor iba pri vzniku určitých zlúčenín a nemajú vôbec schopnosť takto pôsobiť v iných prípadoch. Avšak napr. platina je taký katalyzátor, ktorý môže pôsobiť pri veľkom počte chemických reakcií. Vodík a chlór sa zlučujú vplyvom svetla. Peroxid vodíka sa rozkladá v prítomnosti kyslíčnika manganičitého. Kyslíčnik siričitý vyvoláva zrážanie 400 000 až 800 000 raz väčšieho množstva mliečnych bielkovín. Enzýmy, ktoré vylučujú baktérie pri kvasení, menia škrob na cukor, cukor na lieh, lieh na ocot. Ba aj voda môže pôsobiť ako katalyzátor pri horení. Suchý kyslíčnik uhoľnatý, pomiešaný so suchým kyslíkom, horieť nebude. Ak primiešame čo len nepatrné množstvo vodnej pary, vzbĺkne plameňom.

V chemickom priemysle majú katalyzátory mimoriadny význam. Umožňujú urýchľovať procesy, pri ktorých sa získavajú niektoré zlúčeniny. Takýto proces prebieha potom pri obyčajných teplotách alebo pri teplotách oveľa nižších, než boli potrebné bez použitia katalyzátora a je oveľa jednoduchší a lacnejší. V chemických laboratóriách sa už vyskúšali desaťtisíce rôznych katalyzátorov na najrozmanitejšie účely.

Katalyzátory plnia svoje sprostredkovateľské úlohy rôznymi spôsobmi, ktoré závisia od priebehu reakcie a jej druhu.

Nesmieme však zabúdať na to, že ani katalyzátory nie sú všemohúce. Môžu iba tisíckrát alebo aj miliónkrát určitý proces urýchľovať. Môžu teda zasahovať iba do takých procesov a reakcií, ktoré by prebehli aj bez nich, ale podstatne pomalšie.

Keby sme sa mali vrátiť k nášmu prípadu z reštaurácie, museli by sme predpokladať, že by sa tí naši dvaja hostia o niekoľko mesiacov alebo aj rokov, keby sa pravidelne stravovali v tej istej reštaurácii, spoznali a spriatelili aj sami. Spoločný priateľ toto ich zoznámenie len urýchlil.



Obr. 9. Katalýza

Pokladnica prírody

V tomto vznikaní a zanikaní hmoty v prírode, pri zlučovaní prvkov, pri vzniku zlúčenín a rozkladaní zlúčenín na prvky, má veľmi významnú úlohu energia. Sprevádza každú chemickú reakciu, či už sa pri nej spotrebúva alebo uvoľňuje.

O tejto spotrebúvanej energii vedie príroda veľmi presné účty. Ak vydá na niektorú reakciu zo svojej pokladnice určité množstvo energie, postará sa neskôr aj o to, aby sa tento výdavok dostal do pokladnice prírody naspäť vtedy, keď prebehne reakcia opačná než bola tá, na ktorú energiu poskytla.

Čo sa vlastne deje, keď horí uhlie v peci? Uhlík sa spája s kyslíkom a vzniká kysličník uhličitý. Pri tejto chemickej reakcii sa vyvíja teplo, t. j. uvoľňuje sa tepelná energia. Túto reakciu poznáme dobre všetci ešte z prvých skúseností našich detských rokov.

Aj pri horení vodíka, ktorý sa spája s kyslíkom pri vzniku vody, uvoľňuje sa určité množstvo tepelnej energie.

Avšak keď potom chceme rozdeliť vodu na vodík a kyslík, musíme pri tejto reakcii spotrebovať práve také isté množstvo energie, aké sa uvoľnilo vtedy, keď sa menil vodík s kyslíkom na vodu. Prirodzene, že máme na mysli zlučovanie a rozkladanie rovnakého množstva vody.

Všeobecne povedané, pri vzniku určitej zlúčeniny sa zväčša tepelná energia uvoľňuje a pri rozklade zlúčenín sa tepelná energia spotrebúva. V niektorých prípadoch sa môže aj pri procese zlučovania tepelná energia spotrebovať. Potom sa pri rozklade týchto zlúčenín tepelná energia zase uvoľňuje.

V každom prípade však platí zákon, že teplota vzniku určitej zlúčeniny sa rovná teplote rozloženia tejto zlúčeniny; teplo pritom vystupuje z reakcie, alebo do nej vstupuje.

Pred niekoľko stomiliónmi rokov sa začali v procese ochladzovania zemského povrchu a pri vznikaní zemskej kôry vytvárať rôzne zlúčeniny a vyvíjať obrovské množstvá tepelnej energie. Toto teplo sa však rozplynulo vo vesmírnom priestore. Keď chceme dnes znova získať tie prvky, z ktorých kedysi zlúčeniny vznikli, musíme pritom spotrebovať obrovské

množstvá energie. Človek takto spláca prírode staré účty. Preto musí každodenne ťažiť veľké množstvá uhlia a nafty.

Keď horí nafta, drevo alebo uhlie, (ktoré tiež nie je nič iné ako zuhoľnatené drevo) uvoľňujú sa tie zásoby uhlíka, vodíka a kyslíka, ktoré sa pred 200 miliónmi rokov nahromadili vplyvom slnečného svetla a tepla v stromoch a v tých látkach, z ktorých vznikla nafta. Vo forme svetla a tepelnej energie sa pri spaľovaní nafty a uhlia v peciach alebo motoroch znova uvoľňuje energia, ktorú slnko v dávnych časoch vložilo do spomínaných organických zlúčenín. Je to asi tak, ako keby sa v „účtovných knihách prírody“ na účte energie neustále vyrovnávali strany „má dať“ a „dal“.

Energia však nevzniká z podstaty chemického procesu, ani v ňom nezostáva. Je len ako hmota: večná a nezničiteľná. Pri chemických procesoch sa len uvoľňuje, alebo akumuluje. Je nevyhnutným sprievodcom ustavičných premien hmoty.

10

Abeceda a jazyk chemikov

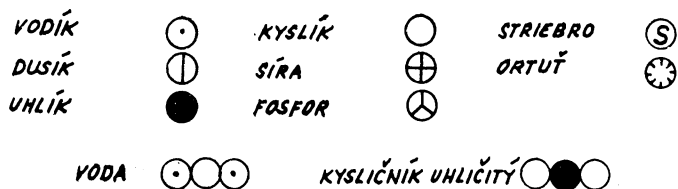
Všetky premeny látok chemik skúma a študuje, vedome ich vyvoláva vo svojich laboratóriách, zaznamenáva si ich, opisuje ich priebeh a vysvetľuje ich. Čím ďalej sa dostáva do oblasti chemických premien, čím viac nových poznatkov získa a nových javov objasní, tým je jeho jazyk, ktorý pri svojej práci používa, zamotanejší, komplikovanejší, zázračnejší a nezrozumiteľnejší pre toho, kto sa chémiou nezaobrá.

Tento „tajomný“ jazyk chémie už mnohých zastrašil a odradil od toho, aby sa venovali chémii. Ale veru bez príčiny, lebo on naozaj neobsahuje žiadne tajomstvá. Ba, nedá sa tvrdiť ani to, že by sa dal nejako obzvlášť ťažko naučiť, hoci sa to môže zdať ťažké pre toho, kto sa s chémiou stretol prvý raz.

V hovorovej reči sa používa pomerne málo takých výrazov, ktorými sa označujú látky nachádzajúce sa v prírode. Vlastne bežne používame len niekoľko názvov prvkov: železo, síra, zlato, striebro, olovo, meď, ortuť, cín... a ešte by sme našli niekoľko ďalších. V bežnej hovorovej reči používame tie názvy zmesí a zlúčenín, s ktorými sa denne stretá-

vame: voda, soľ, tuk, cukor, sklo, vzduch a mnoho iných. No, nech by ich bolo ešte hocikolko, ostane ich množstvo celkom nepatrné, ak ho porovnávame s tým, koľko zmesí a zlúčenín sa vyskytuje v prírode, alebo sa vyrába v laboratóriách. Najbohatšie jazyky sveta obsahujú približne 60 000 slov, avšak známych chemických zlúčenín je asi jeden milión.

S rozvojom chémie ako vedy, chemici súčasne tvorili a rozvíjali aj jazyk chémie. Podobne ako v iných vedách, používajú sa aj v chémii grécke a latinské názvy preto, aby jej reč ostala stále jednoduchá a zrozumiteľná pre všetkých chemikov na celom svete.



Obr. 10. Daltonove značky prvkov a zlúčenín

Predovšetkým každý prvok dostal svoje meno. Mená prvkov sa nemusíte učiť naspamäť. Naučíte sa ich postupne, nenápadne a bez veľkej námahy; tak ako sa dá naučiť všeličomu pomocou praxe, naučíte sa aj vy veľa pri práci v laboratóriu. Veď už aj teraz poznáte mená niektorých prvkov: vodík — hydrogenium, kyslík — oxygenium, železo — ferrum, olovo — plumbum, sodík — natrium, chlór — chlorum, rádium — radium a zaiste i veľa ďalších.

Keď poznáte mená prvkov, zvládnete ľahko aj pomenovanie zlúčenín. Chemici vyriešili tento problém celkom jednoducho. Zlúčenina dostáva pomenovanie, od tých prvkov, z ktorých vznikla: zlúčenina sodíka a chlóru sa nazýva chlorid sodný, v hovorovom jazyku je to kuchynská soľ, alebo jednoducho soľ. Teda už samotné pomenovanie zlúčeniny vyjadruje jej zloženie. Chemikovi to veľmi uľahčuje prácu. Keď pozná zloženie zlúčeniny, určí ľahko jej názov, a to znamená, že sa názvy zlúčenín nemusia osobitne učiť. A keď vie názov určitej zlúčeniny, získal tým aj potrebné hlavné údaje o jej zložení.

V prírode sa vyskytujú prvky v rôznych, pritom veľmi rozmanitých kombináciách. Napriek tejto pestrosti sa chemi-

kom podarilo vypracovať určitý poriadok, aby sa v nich lepšie vyznali.

Keď sa spájajú dva prvky, potom sa v názve ich zlúčeniny používa pomenovanie jedného prvku a názov druhého s príslušnou koncovkou. Napríklad pomenovanie zlúčeniny sodíka a chlóru bude „chlorid sodný“, železo a síra vytvárajú „sírnik železnatý“, zlúčenina hliníka a kyslíka sa nazýva „kysličník hlinitý“, a pod.

Ak chce chemik označiť v názve zlúčeniny aj to, s koľkými atómami určitého prvku sa viaže atóm iného prvku, vyjadrí to gréckym slovom: mono — jeden, di — dva, tri — tri, tetra — štyri, penta — päť atď. Napríklad názov zlúčeniny „monoxid uhlíka“ vyjadruje, že ide o zlúčeninu, v ktorej sa jeden atóm uhlíka viaže s jedným atómom kyslíka; „dioxid“ vyjadruje, že v jednej molekule sa nachádzajú dva atómy kyslíka.

Koncovkou „an“ označuje chemik skupinu solí. Sú to zlúčeniny, ktoré sa skladajú z troch prvkov, ale jeden z nich je vždy kyslík. Napríklad jeden atóm sodíka a jeden atóm chlóru, s tromi atómami kyslíka vytvárajú spolu zlúčeninu chlorečnan sodný (NaClO_3) a s dvoma atómami kyslíka chloritan sodný (NaClO_2). Ide o zlúčeniny veľmi podobné, ktoré sa od seba líšia len jedným atómom kyslíka. Dusičnany — nitráty sú také soli, ktoré majú 3 atómy kyslíka a dusitany — nitrity iba 2 atómy kyslíka. Sírany — sulfáty majú 4 atómy kyslíka, siričitany — sulfity majú 3 atómy kyslíka.

Poviete si — veď je to celkom ľahké. Zatiaľ sme však spomínali iba také zlúčeniny, ktoré obsahujú malý počet prvkov. Ako si však poradíme s takými komplikovanejšími, predovšetkým s organickými zlúčeninami? Čo urobíme s takými zlúčeninami, ktoré sa volajú napríklad dietylmecyclohexylbenzokarbocianínjodid? Nič sa nebojte! Kým sa pri vašom štúdiu chémie dostanete k takýmto zlúčeninám, nebudete v nej už hosťom, ale budete sa cítiť v chémii ako doma. Potom vám už zaručene nebude robiť chémia také starosti, ako sa to zdá teraz na začiatku.

Chemici sa chcú vyhnúť aj ďalším ťažkostiam. Nielen tým, aké by mali, keby sa stretávali na každom kroku s úplným pomenovaním všetkých prvkov, z ktorých sa zlúčenina skladá. Prišli preto na geniálnu myšlienku, že spôsob vyjadrovania skrátiť ešte viacej, a používané pomenovania podstatne zjednodušiť.

Anglický chemik John Dalton (džon dóltn) ktorý žil v XVIII. a v XIX. storočí, navrhol označovať prvky osobitnými znakmi — malými krúžkami spolu s osobitným označením pre každý prvok tak, že jeden takýto krúžok znamená vždy jeden atóm prvku. Tento geniálny nápad ešte potom zdokonalil veľký švédsky chemik Berzelius niekoľko rokov po Daltonovi. V r. 1813 navrhol, aby sa prvky označovali začiatočným písmenom ich názvu, prípadne ešte ďalším charakteristickým písmenom.

Tak vznikli značky, ktoré označujú jeden atóm prvku. Napríklad vodík (hydrogenium) má značku H, značka kyslíka (oxygenium) je O, sodíka (natrium) je Na, chlór (chlorum) je Cl, uhlíka (carboneum) C. Podobne je tomu pri všetkých ostatných prvkoch. Keď chemik napíše značku niektorého prvku, znamená to súčasne, že ide o jeden atóm daného prvku, alebo o toľko hmotnostných jednotiek daného prvku, koľko týchto jednotiek obsahuje jeho atómová hmotnosť.

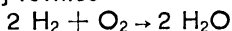
Pomocou rovnakých značiek chemik ľahko vyjadrí aj zloženie zlúčeniny. Napíše značky všetkých prvkov, z ktorých sa zlúčenina skladá, a za každou značkou poznačí malou číslicou, koľko atómov daného prvku vchádza do molekuly novej zlúčeniny. Keď chce napríklad chemik vyjadriť, že jedna molekula vody sa skladá z dvoch atómov vodíka a jedného atómu kyslíka, jednoducho povie, alebo napíše H_2O . Takéto označenie zlúčeniny sa nazýva chemický vzorec.

Čo však znamená, keď chemik napíše $2 \text{H}_2\text{O}$? Zrejme chce vyjadriť to, že ide o 2 molekuly vody.

Chemické značky umožňujú vyjadrovať veľmi jednoducho a stručne aj chemické reakcie.

Ako už viete, množstvo hmoty zostáva rovnaké pred i po každej chemickej premene. Túto rovnosť vyjadruje chemik pomocou rovnice. To, čo bolo pred reakciou, napíše na ľavú stranu; to, čo vzniklo po premene, píše na pravú stranu rovnice.

Príklad chemickej rovnice



Prečítajte ju!

Domnievam sa, že ste čítali: dve „ha“ dve, plus „o“ dve sa rovná dve „ha“ dve „o“.

Skúste rovnicu prečítať tak, aby ste tým vyjadrili podstatu, zmysel tejto rovnice.

Dve molekuly vodíka, ktoré majú po dva atómy, spolu s jednou molekulou kyslíka, ktorá sa takisto skladá z dvoch atómov, menia sa na dve molekuly vody, a voda sa skladá z dvoch atómov vodíka a jedného atómu kyslíka.

Takto je to správne. Tým ste aj pekne ukázali, že chemikom sa podarilo pomocou chemických značiek zjednodušiť spôsob vyjadrovania sa. A čo je najlepšie, takúto rovnicu budú poznať všetci chemici na celom svete a dokážu ju prečítať vo svojom materinskom jazyku.

Ale teraz už vstúpte smelo do nášho laboratória a spriatel'te sa s jazykom chémie. Venujte sa s chuťou našim pokusom podľa jednoduchej reči tohto nášho laboratórneho denníka.

V laboratóriu

Pokus 1

Tajomstvo prázdnej fľaše

Na váš „laboratórny stôl“ postavíte tri obyčajné fľaše z priehľadného skla. Obrátite sa na prítomných, ktorí sedia okolo stola — vyzvete ich, aby sa presvedčili, či sú fľaše skutočne prázdne!

Pretože je celkom jasné, že prázdne sú, nemôžu odpovedať nič, len prisvedčiť, že veru je tak.

Potom postavíte na stôl citlivé váhy urobené z drôtu. Váhy musia byť skutočne presné — citlivé aj na najjemnejšie závažie.

— Kde by sme len také váhy zohnali? — Vzdychnete si najmä preto, lebo ste si v tomto momente predstavili tie veľmi pekné a veľmi citlivé, ale aj veľmi drahé váhy, ktoré ste už nejdenný raz obdivovali v lekární.

Nerobte si starosti! Máme my už v našom laboratóriu niekoľko váh. Všetky sú veľmi citlivé aj na to najnepatrnejšie závažie a pritom sú veru také lacné, že vám ani neviem povedať, čo by mohli stať.

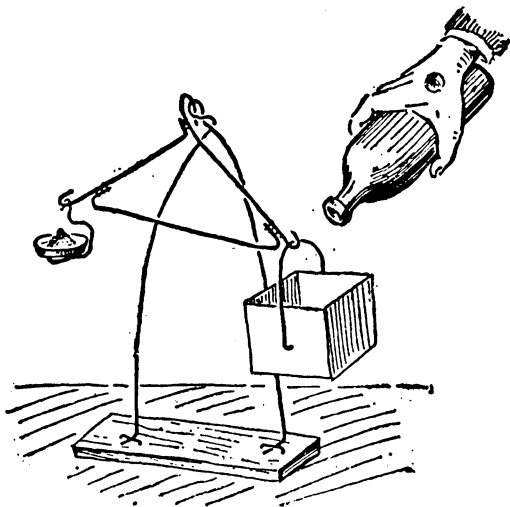
My sme si ich pripravili zo starého drôtu. Ako? To sa dozviete na konci tejto knihy. Tam sa hovorí o našom laboratóriu a o rôznych prístrojoch, ktorými je naše laboratórium vybavené.

Vezmeme niektoré z týchto váh. Na jednu stranu, namiesto misky, pripraviť papierovú škatuľu kockového tvaru. Škatuľa je na vrchu otvorená — horná stena jej chýba. Kocku urobíme z obyčajného papiera tak, aby bola čo najľahšia. Budeme teda používať pri tomto pokuse váhy, ktoré majú na jednej strane miskú na závažie a na druhom ra-

mene je zavesená kocková nádoba z papiera. Váhy vyregulujeme, aby správne ukazovali. Použijeme pri tom niekoľko zrníek fazule, pšenice alebo ryže tak, že zrnká položíme na misku váh.

Ako asi takéto váhy majú vyzeráť, vidíte na obrázku.

Podajte niekomu z prítomných jednu fľašu a požiadajte ho, aby „obsah“ fľaše „nalial“ do papierovej škatule, ktorá visí na jednom ramene váh.



Obr. 11. Váhy sa vychýlia vplyvom neviditeľného obsahu fľaše

Pohľad vášho priateľa bude sotva veľmi duchaplný. Pravdepodobne sa začudovaný opýta, či ho považujete za blázna alebo za hlupáka, alebo či sa vám niečo porobilo, keď mu kážete z prázdnej fľaše čosi nalievať do papierovej škatule.

Nakoniec si dá povedať. Avšak nadarmo obráti fľašu hore dnom a snaží sa cez hrdlo fľaše čosi liať. Z fľaše nič netečie, nič sa z nej nedá naliať, a preto sa váhy vôbec nehýbu.

Pravdu povediac — nikto z prítomných ani nič iné nečakal.

Vy však už máte vo svojich rukách práve to, čo nik nečaká ešte ani teraz. Vezmete druhú fľašu, nahnete ju dole

hrdlom nad otvor škatule a — váhy sa začínajú vychýľovať presne tak, ako keby tiekla z fľaše do papierovej škatule nejaká neviditeľná tekutina.

Prerušíte pokus. Pridáte niekoľko ďalších zrníek na misku a váhy budú opäť v rovnováhe. Potom ešte požiadajte prítomných, aby vám zaviazali šatkou ústa aj nos, lebo si myslia, že fúkate do škatule. Potom pokračujete v pokuse.

Nakloníte hrdlo „prázdnej“ fľaše nad škatuľu a váhy sa znova vychýlia; škatuľa klesá nižšie, priam, ako keby do nej z fľaše skutočne niečo tieklo.

Váhy znova pomocou niekoľkých zrníek vyvážite, škatuľu potom prevrátite a „vylejete“ takto z nej neviditeľný obsah. Keď ju opäť pripevníte na váhy, ich ramená už nebudú v rovnováhe, hoci predtým boli. Tentoraz preváži strana so závažím.

Som presvedčený, že všetci prítomní sú skutočne začudovaní, nechápu záhadný jav, ktorý práve videli. Do ticha, ktoré nastane, sa však zaručene ozve hlas toho, kto sa prvý spamätá:

— Fľaša nie je prázdna!

Prvá fľaša je naplnená vzduchom. Keďže vzduch je aj v škatuli, ktorá je pripevnená na váhach a je aj v priestore medzi hrdlom fľaše a otvorom škatule, nie je možné nijakým spôsobom nájsť príčinu toho, že by mohlo nastať prúdenie vzduchu a tým aj pohyb váh, lebo váha vzduchu vo fľaši aj v škatuli je rovnaká.

V druhej fľaši však máme kysličník uhličitý. Je to plyn bez farby, priehľadný ako vzduch, a teda neviditeľný. Je však ťažší než vzduch. Preto nevyrchá z fľaše, hoci fľaša stojí na stole neuzavretá. No keď ste naklonili hrdlo fľaše nad škatuľu, začal z nej vychádzať neviditeľný plyn, prenikať do škatule a pritom z nej vytlačal vzduch. Takto sa škatuľa naplnila ťažším plynom ako vzduch, ktorý v nej bol; preto sa váhy vychýlili na tú stranu, kde je zavesená škatuľa.

Rozdiel medzi hmotnosťou vzduchu a hmotnosťou kysličníka uhličitého nie je taký celkom nepatrný. Liter kysličníka uhličitého váži v normálnych podmienkach približne 2 gramy, liter vzduchu 1,3 g. To znamená, že kysličník uhličitý je takmer 1,5-krát ťažší než vzduch.

Možno niekto z prítomných poznamená aj to, že veru nie je správne hovoriť o prázdnej fľaši, keď vlastne prázdna nie je. Bude mať pravdu. Ale takáto poznámka patrí predovšet-

kým jemu samotnému, lebo vy ste vyzvali prítomných ešte pred začatím pokusu, aby sa presvedčili, či sú fľaše prázdne.

To malé nedorozumenie s vaším kritikom dokazuje, že v bežnom živote nemajú slová vždy rovnaký význam. Každý na svete vám povie, že fľaša je prázdna, ak v nej nie je nijaká tekutina alebo tuhá látka. V chemickom laboratóriu však budeme musieť považovať fľašu za prázdnu len vtedy, keď v nej skutočne nič nebude — keď tam bude naozaj prázdny priestor.

A teraz si ešte poviete — všetko pekné, ale ako to zariaďiť, aby som mal v jednej fľaši kysličník uhličitý?

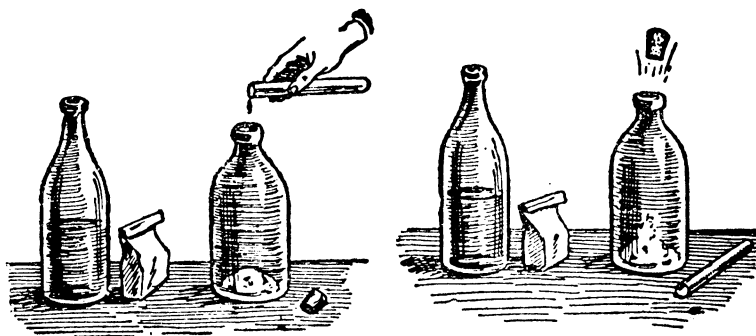
Vyrobíte si ho sami. Ako — to uvidíte pri nasledujúcom pokuse.

Pokus 2

Výroba kysličníka uhličitého

Pri mnohých našich pokusoch budeme veľmi často potrebovať kysličník uhličitý. Vyrobíme si ho preto sami, a to celkom jednoduchým spôsobom. Pri jeho výrobe budeme ešte pozorovať navyše aj to, ako pri vzniku plynu vzrastá tlak v uzavretej fľaši.

Do obyčajnej fľaše nasypeme dve lyžice sódy bikarbony. Do jednej skúmavky nalejeme dve lyžice octu.



Obr. 12. Zátka vyleti z fľaše — vystreli

Ešte predtým sme si pripravili zátku, ktorou sa dá fľaša dobre uzavrieť. Zátku necháme nasiaknuť vodou, a držíme ju v jednej ruke a skúmavku s octom v druhej ruke.

Ocot zo skúmavky nalejeme do fľaše a čo najrýchlejšie ju zazátkujeme — len nie príliš pevne.

O chvíľu počujeme, že to vo fľaši šumí, vidíme, ako sa jej obsah pení. O niekoľko sekúnd zátka s rachotom vyletí. Fľaša vystrelila.

Sóda bikarbóna, ktorá sa skladá zo sodíka, vodíka, uhlíka a kyslíka, pri reakcii s kyselinou octovou uvoľňuje kyslíčnik uhličitý. Práve pod tlakom tohto plynu vyletela zátka z fľaše.

Výbuch každej výbušniny charakterizuje rovnaký jav. V každom prípade je to rýchle vytváranie plynu, ktorý bol predtým chemicky viazaný v tuhej látke. Takáto tvorba plynu — najmä ak je plynu veľa a vznikne za veľmi krátky čas — vytvára obrovský tlak a môže mať veľmi ničivé účinky.

Naša výroba kyslíčnika uhličitého nás priviedla na dobrý nápad. V nasledujúcom pokuse si pripravíme strelnicu.

Pokus 3

Strelnica v izbe

„Pokus iba pre tých, ktorí majú radi hluk“ — takúto poznámku sme si kedysi zapísali v našom laboratórnom denníku pri pokuse, ktorý sa práve teraz chystáme zopakovať.

A veru, my sme vtedy mali radi hluk — práve tak, ako aj vy ho teraz obľubujete. Dúfam, že len vtedy, keď je na to vhodná príležitosť.

Vezmeme litrovú fľašu. Naplníme ju do polovice vodou a nasypeme do nej asi 7 gramov sódy bikarbóny. Počkáme, kým sa sóda rozpustí.

Medzitým si pripravíme malú papierovú rúročku. Spodok tejto rúročky zapcháme guľkou, ktorú sme si urobili z pijavého papiera. Dáme dobrý pozor, aby guľka dobre uzavrela spodok papierovej rúročky.

Potom dáme do rúročky 6 gramov kyseliny vínnej.

Naplnenú rúročku pripevníme pomocou drôtu na spodok celkom obyčajnej korkovej zátky.

A teraz už môžeme začať nabíjať našu strelnú zbraň. Delo — to bude fľaša s roztokom sódy bikarbóny. Náboj —

to bude zátká s tou papierovou rúčkou, v ktorej je kyselina vínna.

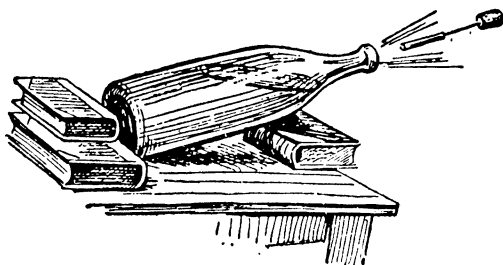
Fľašu zatvoríme tak, že rúčka je pod zátkou — vo fľaši.

Prípravy sú hotové. Ostáva už len uviesť „delo“ do chodu.

Pomaličky nakláňame fľašu dovedy, kým voda nedosiahne spodný okraj rúčky. Voda sa však nesmie dostať do hrdla fľaše, aby sa — keď naše delo vystrelí — nerozliala cez stôl až na podlahu!

Pod šikmo postavenú fľašu podložíme knihu alebo aj inú podperu a fľašu chvíľu necháme v tejto polohe.

Keď roztok sódy bikarbony navlhčí guľku pijavého papiera na spodku papierovej rúčky, v ktorej je kyselina vínna, pijavý papier začne nasávať tekutinu, a tým sa dostane do spojenia tekutina s kyselinou vínnoú. Toto je začiatok chemickej reakcie medzi sódou bikarbonou a kyselinou vínnoú. Pri tejto reakcii začne rýchlo vznikať kysličník uhličitý. Tým sa veľmi zväčší vo fľaši tlak a v dôsledku toho vyletí s riadnym buchnutím zátká z fľaše ako náboj z dela.



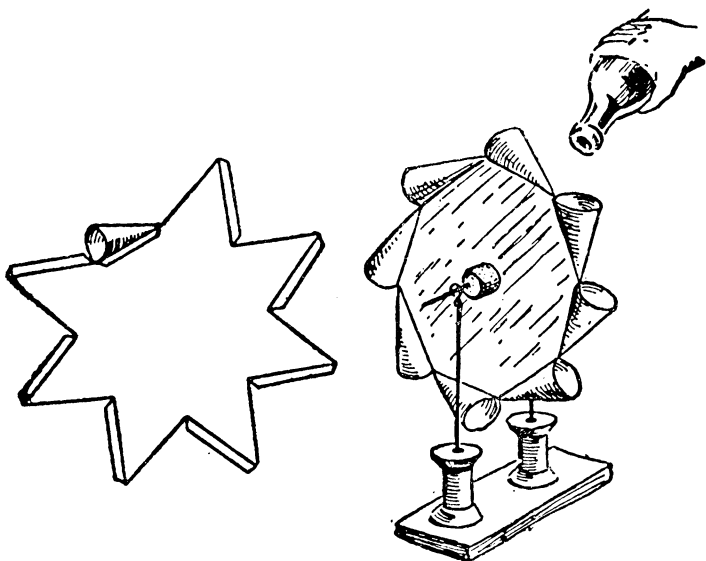
Obr. 13. „Delo“ v izbe

Ale čo nám povedia tí, ktorí sú s nami v izbe a hluk neobľubujú?!

V každom prípade dajte dobrý pozor na to, aby ste použili fľašu z pevného, hrubšieho skla.

Turbína, alebo veterný mlyn?

Vezmite si jeden list papiera. Mal by byť trochu hrubší, nie celkom obyčajný písací papier. Nesmie byť však príliš tvrdý alebo ťažký. Na papier narysujte pravidelnú osemcípú hviezdu, z ktorej urobíte pravidelný osemuholník. Tak ako to vidíte na obrázku. Túto papierovú hviezdu vystrihnite. Zastrihnuté okraje natrite lepidlom, ramená hviezdy stočte do tvaru malých lievikov a prilepte ich na boky osemuholníka. Takto ste si urobili okolo osemuholníka osem malých vrecúšok. Cez stred hviezdy prestrčte kúsok drôtu alebo ihlicu na pletenie. Z každej strany drôtu môžete navliecť korkovú zátku, aby zátky pridržovali papier v správnej polohe; nesmú ho však pritláčať. Papier sa musí voľne otáčať medzi dvoma zátkami. Keď potom oba konce drôtu alebo ihlice podopriete vo vodorovnej polohe, máte z toho mlyn, podobný mlynom, ktoré sa stavajú pri potôčiku alebo pri splavoch na využívanie vodnej energie.



Obr. 14. Ako sa robí koleso s lievikmi

Obr. 15. Mlyn sa pohybuje vplyvom tiaže plynu

Postavte tento mlyn na stôl. Z jednej fľaše, ktorú ste predtým ukázali prítomným, aby sa presvedčili, že v nej nie je žiadna tekutina, nalievajte neviditeľný obsah do vrecúšok mlyna. Tak, ako to vidíte na obrázku.

Keď nakloníte fľašu nad niektoré vrecko, mlyn sa začne otáčať.

Teraz však rozhodnite, čo to je — vyzvete svojich priateľov. Vodná turbína to nie je, lebo o vode tu ani nechyrujeme. No, nie je to ani veterný mlyn — veď niektorí z nás od prekvapenia aj dýchať prestali. A vzduch sa v izbe tiež veľmi nehýbe. Môžbyť, že je to plynová turbína — povie azda niektorý z prítomných, ktorý sa dovŕti, že vo fľaši je neviditeľný kysličník uhličitý.

Pre tých, ktorí nemali príležitosť vidieť váš pokus s „prázdnu“ fľašou, bude sa zdať otáčanie vašej papierovej turbíny veľmi tajomné. Veď, keď fľašu nakloníte nad turbínu, začne sa otáčať — pracuje. Keď fľašu odkloníte, turbína sa zastaví.

Takto sa to, pravda, môže robiť dovtedy, kým budete mať vo fľaši kysličník uhličitý.

Pokus 5

Kto zháša zápalku?

Na stole máme dve fľaše od kompótu. Môžu to byť aj inakšie fľaše, len aby mali široké hrdlá.

Zapáľite zápalku a zapálenú ju vložíte do hrdla jednej fľaše. Zápalka horí ďalej.

Vložíte tú istú zápalku do hrdla druhej fľaše — zápalka okamžite zhasne.

Pokus zopakujete — a výsledok je rovnaký.

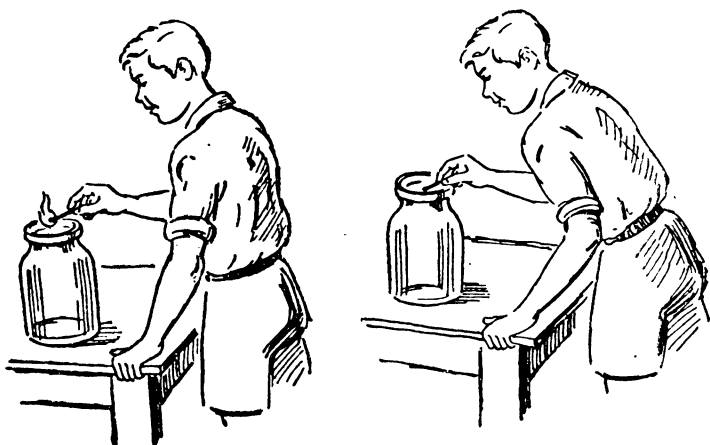
— Kto zahasil zápalku? — spýtate sa prítomných.

— Kysličník uhličitý! — odpovie vám aspoň jeden z prítomných, lebo si okamžite domyslel, že ste naplnili druhú fľašu kysličníkom uhličitým. Veď to už videli pri vašich predchádzajúcich pokusoch.

Horiaci predmet, obklopený kysličníkom uhličitým, nedostáva kyslík, ktorý je pri horení nevyhnutný. Oheň preto zhasne. Možno povedať aj tak, že kysličník uhličitý hasí oheň.

Vďaka tejto vlastnosti, je kysličník uhličitý výborným bo-

jovníkom proti ohňu a požiaru. Mnohé hasiace prístroje obsahujú kysličník uhličitý. Takéto prístroje môžete vidieť vo verejných budovách, škole, továrňach, autobusoch atď. Určite ste ich už videli. Bývajú červenej farby a zväčša visia na stenách. V týchto prístrojoch je kysličník uhličitý často zmiešaný s tekutým mydlom. Pri otvorení prístroja plyn, ktorý je vnútri pod veľkým tlakom, vytlačí von aj prúd rozpeneného tekutého mydla. Keď tento prúd usmerníme na horiaci predmet, pena ho zakryje, tým zabráni prístupu kyslíka, a tak zahasí oheň. Mydlová pena viaže na určitý čas v sebe plyn a udržiava ho na tom mieste, na ktoré sme usmernili prúd plynu a tekutého mydla.



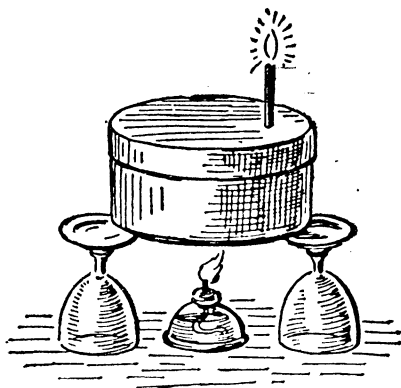
Obr. 16. Vo fľaši naplnenej kysličníkom uhličitým zápalka zhasne

A možno ste už počuli aj o tom, ako kedysi ľudia horiacimi sviečkami zisťovali, či sa im v pivnici nenazhromaždil kysličník uhličitý, ktorý je pre človeka nebezpečný, lebo znemožňuje dýchanie, spôsobuje závrat a dusenie. Takéto nebezpečenstvo hrozí najmä v tých pivniciach, kde je víno. Keď v pivnici svieca zhasne, znamená to, že vzduch v pivnici obsahuje veľa kysličníka uhličitého. Miestnosť sa musí dobre vyvetrať a pokiaľ sa nevyvetrá, treba vyjsť von a počkať, kým sa v nej vzduch celkom nevymení.

Urobíme si malý plynový generátor

Určite viete, že plynový generátor je taký prístroj, v ktorom nedokonalým horením nejakého paliva (napr. uhlia alebo dreva) vzniká horľavý plyn a tento plyn sa používa ako palivo. Preto sa aj názov tohto prístroja skladá z dvoch slov, a to zo slova „plyn“ a latinského slova „generátor“, čo znamená tvorca, vyvolávač.

Jeden typ takého celkom jednoduchého generátora si vyhotovíme teraz aj my.



Obr. 17. „Plynový generátor“

Nájďme si dajakú malú plechovú škatuľku, ktorá má vrchnák a je vysoká aspoň 5 cm. Plechovicu naplníme drevenými pilinami. Ak nemáte piliny poruke, môžete použiť aj pijavý papier. Plechovicu potom uzavrite, ako sa len najpevnejšie a najtesnejšie dá.

Ešte predtým sme urobili do vrchnáka malú dierku a do nej sme navliekli kovovú alebo sklenú rúročku. Celkom dobre sa na tento účel hodí napríklad aj kúsok rúročky z použitej náplne do guľkového pera. Tretina dĺžky rúročky má byť zasunutá dnu do plechovice, t. j. tretinou svojej dĺžky zasahuje rúročka do pilín alebo pijavého papiera.

Miesto okolo rúročky na vrchnáku dobre utesníme. Najlepšie to urobíme sklárskym tmelom alebo plastelínou.

Plechovicu postavíme na dva podstavce. Môžu to byť napr. aj dva poháriky postavené hore dnom alebo čokoľvek iné. Pod plechovicu položíme zapálený liehový kahan alebo sviečku.

V dôsledku zvýšenia teploty začnú sa vytvárať v plechovici pary a plyny, ktoré si budú hľadať cestu von z plechovice — začnú unikať cez rúročku.

V skutočnosti začalo vplyvom teploty v plechovici prebiehať horenie, ale bez prístupu vzduchu, a teda aj bez potrebného množstva kyslíka. Inak povedané — prebieha tzv. nedokonalé horenie, pri ktorom vznikajú plyny. Keď sa tieto plyny zmiešajú pri východe z rúročky s voľným kyslíkom zo vzduchu, môžu sa zapáliť a zhorieť bezo zvyšku.

A skutočne! Keď priložíme k hornému otvoru rúročky zapálenú zápalku, objaví sa nad rúročkou plameň. Plyny zhoria, a tým sa skončí nedokonalý proces horenia, ktorý začína v zatvorenej plechovici.

Pokus 7

Čo horí na tenšom konci kornúta . . ?

Plyny! — odpoviete bez váhania, keď budete sledovať tento jednoduchý pokus. Pre vás už tento pokus neprináša veru nič tajomné — ak ste totiž robili predchádzajúci pokus a zostrojili náš malý plynový generátor, a ak sa vám ho skutočne aj podarilo „uviesť do chodu“.



Obr. 18. Plyny horia nad dierkou, ktorá je na druhom konci vrecúška

Vezmeme kus nejakého pevnejšieho, hrubšieho papiera, napr. baliaceho. Papier stočíme — urobíme si z neho kornút. Jeho tenší koniec trochu zakrútime, aby sa nám nerozmotal. Kedysi takéto kornúty vedeli veľmi zručne robiť všetci obchodníci. Teraz ich môžete vidieť už iba niekedy na trhu — robievajú ich tí, ktorí predávajú rôzne semená.

Ale veď to naozaj nie je ťažké — to dokáže každý. Prečo toľko rečním o papierovom vrecku? Veď to ani do nášho laboratórneho denníka nepatrí!

Na tenšom konci kornúta — tam, kde je najtuhšie skrútený — spravíme malú dierku.

A už máme náš jednoduchý plynový generátor hotový!

Kornút uchopíme za hrot a horný otvor nakloníme dolu — smerom k zemi. Potom ho na širšej strane, t. j. pri otvore, zapálime. Keď už horí celý okraj vrecka, priložíme zapálenú zápalku nad dierku, ktorú sme už spomínali. Objaví sa nad ňou plameň.

Čo horí nad dierkou na zúženom konci kornúta, na to ste už prišli sami. Sú to plyny, ktoré vznikajú pri horení papiera.

Tieto plyny zabraňujú do určitej miery prístupu kyslíka zo vzduchu. Dôsledkom toho je, že určitá časť papiera nezhorí úplne, ale sa premieňa na plyny, ktoré sú schopné viazať kyslík, čiže môžu ešte horieť. Tieto plyny zaplnia vrecko a tlačia sa cez dierku von. Máme možnosť ich zapáliť tam, kde unikajú z kornúta.

Celá vec je celkom jednoduchá, no predsa len nezvyčajná.

Skúste, či to dokázete!

Pokus 8

Uhlík z cukru

O tom, že sa cukor používa pri pečení koláčov a pri výrobe sladkostí — vieme všetci. Menej uveriteľné je však to, že sa z neho dá vyrobiť aj uhlík.

No hoci mi nebudete veriť, jednako je to pravda, že oveľa ľahšie vyrobíte uhlík, než upečiete akokoľvek jednoduchý koláč.

Z akých prvkov sa cukor skladá?

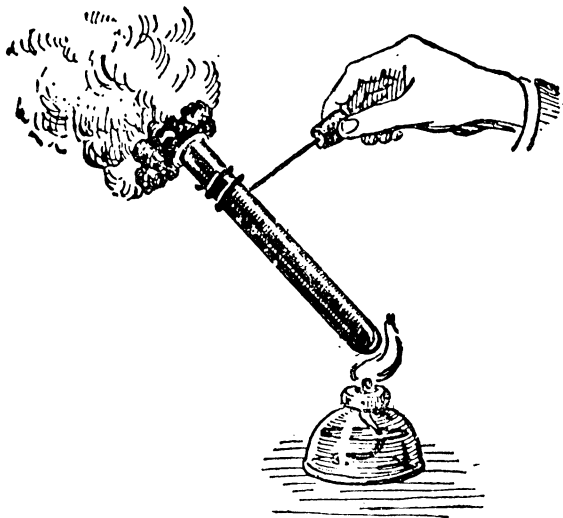
— Z uhlíka, vodíka a kyslíka. Bez zaváhania „vysypete“ ešte aj jeho chemický vzorec $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Dobre. A čo sa stane, keď budeme cukor zohrievať . . . ?

— Budeme mať varený cukor!

Veru nie. To už nemáte pravdu! Skúsme teda, čo z toho bude!

Nasypeme do skúmavky práškový cukor. Skúmavku budeme pomaly zohrievať nad liehovým kahanom. Vplyvom tepla sa zo skúmavky začne voda vyparovať. Potom sa objaví nad horným otvorom skúmavky hustá masa uhlíka.



Obr. 19. Zohrievaním sa cukor premení na uhlík

Čo sa vlastne stalo?

Vplyvom tepla sa vodík a kyslík rozložili a vo forme vodnej pary vyprchali. V skúmavke potom zostal iba samotný uhlík.

Teda — cukor sa nám takto nepodarilo uvariť. Ba nielen to, že sme ho neuvarili. Nezostala po ňom ani stopa!

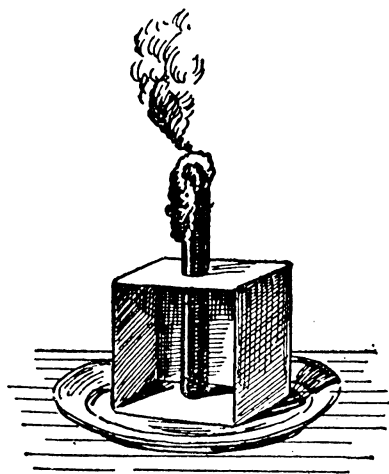
Ešte raz premeníme cukor na uhlík — ale bez ohňa!

Pravda som vás vôbec neprekvapil? Prečo by sa to nemalo dať? — povieť mi. Pri predchádzajúcom pokuse nám na vylúčenie vody z cukru poslužil oheň. Teraz budeme hľadať nejaký iný spôsob na odstránenie vodíka a kyslíka z cukru.

Na to nám posluži kyselina sírová.

Do skúmavky alebo do inej podobnej sklenej nádoby — úzkej a vysokej — nasypeme práškový cukor. Do cukru nalejeme trochu vody. Len toľko, aby sme dostali hustú cukrovú kašu.

Pomaličky nalievame do skúmavky koncentrovanú kyselinu sírovú, pričom obsah skúmavky opatrne miešame.



Obr. 20. Zuhol'natený cukor kypí zo skúmavky

Cukrová kaša v skúmavke sčernie, začne sa veľmi rýchlo peniť a pretekať cez horný okraj skúmavky.

Skúmavku položte na stôl, ale podložte pod ňu tanier, aby sa obsah nemohol rozlievať po stole.

Chemická reakcia, ktorá v skúmavke prebieha, vyvíja takú teplotu, že skúmavky sa už nesmiete dotknúť rukou, lebo by ste sa popálili.

Prečo pohár nepadne?

Mokrú dlaň pritlač na okraje pohára a pohár ponatriasaj, aby sa jeho obsah rozmútil; potom ukáž priateľom, že pohár aj so svojím obsahom ostane visieť na tvojej dlani, prilepený na ňu okrajom. Vôbec sa nechce odpojiť a spadnúť.

Prečo neodpadne? — spýtaj sa priateľov.

— Čo si dal do toho pohára? — dozaista sa zasa opýtajú oni.

A ty im pekne povieš.

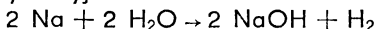
V pohári je kysličník uhličitý a okrem toho na dne pohára je vrstva (1 až 2 cm) hydroxidu sodného.

— Pravdaže nepadne! — Viem, prečo nepadne! — určite sa ozve niektorý z tvojich kamarátov, ktorý tiež často chodíva do chemického laboratória, podobného, ako je toto naše. Potom už on sám vysvetlí aj ostatným, čo sa vlastne v pohári udialo.



Obr. 21. Pohár visí na dlani vplyvom menšieho tlaku v pohári

Hydroxid sodný sa zlúčil s kysličníkom uhličitým. Vznikla sóda; chemik by to vyjadril takto:



Tým sa však stalo, že v pohári sa zmenšilo množstvo plynov oproti množstvu, ktoré tu bolo na začiatku pokusu a ostal v ňom prázdny priestor. Preto je tlak v pohári menší ako vonkajší tlak, v dôsledku čoho sa pohár drží na dlani.

Tentoraz sa nám síce nepodarilo prekvapiť všetkých našich divákov, lebo jeden z nich už vedel práve to, čo sme vedeli aj my. No to nevadí.

1. „Čierne kamene“ Marca Pola

Rozprávania vo chvíľach oddychu

„Faraday, položte diamant pod objektív!“ — rozkázal sir Humphry Davy (sér hamfri dejvi), slávny anglický chemik, svojmu vtedajšiemu asistentovi Michael Faradayovi (majkl feredy), ktorý sa stal neskoršie nemenej slávnym fyzikom.

Boľo to 27. marca r. 1814 v známej Akademii Del Cimento vo Florencii, ktorá vtedy opatrovala rukopisy a prístroje veľkého fyzika a astronóma Galileiho a v ktorej takmer dve sto rokov predtým fyzik Toricelli (toričelli) robil svoje pokusy a vynašiel barometer.

Pri Davyho pokuse bolo v miestnosti akadémiie niekoľko ďalších vedcov.

Mikroskop bol namierený na okno. Faraday postavil pod objektív uzavretú sklenú nádobu, v ktorej bol na platinovej podložke diamant. Nádoba bola naplnená kyslíkom.

Pokus robili cez poludnie. Vtedy sú slnečné lúče najteplejšie. V tom čase mohli dosiahnuť vysoké teploty v laboratóriách iba pomocou šošoviek a slnečného svetla. Bunsenov plynový kahan, ktorý dnes nájdete v každom chemickom laboratóriu, a ktorého plameň má teplotu až 2 300 stupňov Celzia, vtedy veru ešte nepoznali.

Koncentrované slnečné lúče dopadli na diamant, ktorý sa začal pomaly zmenšovať a černieť.

— Horí! — povedal Davy, prerušiac ticho vládnuce v miestnosti medzi učencami, ktorí sústredene sledovali pokus.

Davy týmto svojím pokusom dokázal, že diamant je čistý uhlík. Diamant zhorel bezo zvyšku a v sklenej banke zostal iba kyslík a kysličník uhličitý.

Uhlík zhorí v prítomnosti dostatočného množstva kyslíka a premení sa na kysličník uhličitý. Keď nie je dostatok kyslíka, premení sa na kysličník uhoľnatý.

Niektoré vlastnosti kysličníka uhličitého sme spoznali už pri našich predchádzajúcich pokusoch. Videli sme, ako zháša oheň, lebo zabráňuje horeniu. Škodí ľudskému organizmu, lebo znemožňuje prístup kyslíka do pľúc a aj jeho viazanie s hemoglobínom v krvi. Týmto vlastne človeka dusí. Keď ho je vo vzduchu 25 %, môže privodiť človeku veľmi rýchlo smrť. V normálnom vzduchu, ktorý ľudia vdychujú je asi 0,03 % kysličníka uhličitého; vzduch, ktorý človek vydychuje, obsahuje približne okolo 4 % kysličníka uhličitého. Ľudia ho teda vydychovaním dostávajú von z organizmu, kde vzniká ako produkt pri spaľovaní organických látok.

Jeden človek vydýchne denne asi 900 gramov kysličníka uhličitého. To znamená, že celé ľudstvo vydýchne denne približne 3 milióny ton kysličníka uhličitého. Pridajte k tomu ešte kysličník uhličitý, ktorý vydychujú zvieratá, všetok dym, ktorý sa denne dvíha z nespočetných komínov, a ktorý pochádza z obrovského množstva uhlia každodenne horiaceho v domácnostiach a vo fabrikách. Ale ani to ešte nie je všetko. Kysličník uhličitý uniká na mnohých miestach zo zeme — a niekde sú to obrovské množstvá. Napríklad len z jediného zdroja v Colorade v Severnej Amerike, unikne každoročne do vzduchu asi 60 000 ton kysličníka uhličitého. A všetko toto množstvo sa dostáva do vzdušného obalu Zeme.

Možno vám pri predchádzajúcich slovách prišlo na um, že keď to takto pôjde ďalej, veruže sa všetci zadusíme!

Nezadusíme! Nie je to až také zlé. Povedali sme si práve to, ako zásobuje živočíšny svet atmosféru kysličníkom uhličitým. Rastlinný svet však kysličník uhličitý prijíma. Rozkladá ho a uhlík si ponecháva vo forme organických zlúčenín. Do vzduchu vracia len časť kyslíka. Nazhromaždený uhlík v rastlinách získava živočíšny svet naspäť prostredníctvom potravy a znova ho vracia do vzduchu vo forme kysličníka uhličitého, ktorý je produktom spaľovania organických látok v živých organizmoch alebo produktom rozkladu mŕtvych organizmov.

Takto uhlík neprestajne obieha medzi organickým a anorganickým svetom.

Na tejto svojej okružnej púti sa kedysi v pradávnych dobách, pred viac než desiatimi miliónmi rokov, ocitol uhlík nazhromaždený v organických zlúčeninách vtedajšej bujnej

vegetácie. A z tej vegetácie už stáročia človek ťaží uhlík vo forme uhlia v nespočetných uhoľných baniach po celom svete.

Ale nemyslíte si, nie je to až tak veľmi dávno, čo ľudia v Európe uhlie nepoznali.

Marco Polo (marko polo), známy taliansky cestovateľ po Ďalekom Východe, ktorý bol v Číne asi r. 1310, písal: „Verte mi, že po celej Číne sa nachádza čierne kamenie. Ľudia ho kopú ako rudu, ale horí v ohni ako drevo“.

A ľudia v Európe tomuto cestovateľovi neverili. Jeho neobyčajné rozprávania považovali za výmysly a klamstvá. Ba čo viac, v Taliansku, kde kedysi bývalo veľa karnevalov, masky predstavujúce Marca Pola, boli symbolom lži a fantázie. Zopakovalo sa teda to, čo dávno poznala história ľudstva. Nevedomosť väčšiny vyhrávala nad rozhladenosťou a predvídavosťou múdrejších.

No celkom neznáme nebolo uhlie v Európe ani v dobách Marca Pola: dá sa skôr povedať, že nebolo rozšírené a ľud ho nepoužíval na kúrenie. Používali ho iba kováči vo vyhniach. Až v XVII. storočí sa začalo uhlie ťažiť v baniach a používať na vykurovanie. V metalurgii sa začalo vo väčšom meradle uplatňovať v prvej polovici XVIII. storočia, keď sa prvý raz použilo vo vysokých peciach namiesto dreveného uhlia.

Od tých čias spotreba uhlia stále rastie. Dávno je už za nami doba, keď sa uhlie používalo výlučne ako palivo. Uhlie a sadze z neho sú v súčasnosti drahocennými surovinami, z ktorých chémia dokáže vyrobiť takmer všetko, bez najmenších strát. Možno povedať, že nastal čas, keď spaľovanie uhlia treba považovať za najväčšie plýtvanie touto drahocennou surovinou.

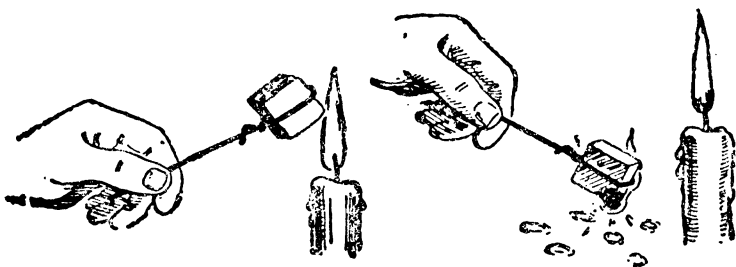
A kyslíčnik uhoľnatý? Aj o tom by bolo treba aspoň niečo povedať? No áno, povedzme si aj o ňom niečo.

Je to veľmi jedovatý plyn. V krvi sa zlučuje s hemoglobínom a zabraňuje tak hemoglobínu plniť jeho funkciu, t. j. prijímať kyslík zo vzduchu a rozvádzať ho cievami do všetkých buniek organizmu.

Na vzduchu horí pri teplote vyše 700 stupňov Celzia a mení sa pritom na kyslíčnik uhličitý. Pri horení vyvíja pomerne veľa tepla. To je ten plyn, ktorý sme aj my získali v našom plynovom generátore, a ktorý horel nad dierkou zapáleného papierového kornútka.

Zhorí cukor nad plameňom sviečky?

Keď prikladáte cez zimu lopatky čierneho uhlia do kachiel vo vašej izbe a keď si o niečo neskôr dávate kocky bieleho cukru do šálky kávy alebo čaju, asi vám nepríde na um, že vlastne ide v jednom i druhom prípade o rovnakú látku — uhlík, ktorý sa nachádza v cukre aj v uhlí.



Obr. 22. Cukor horí, pričom veľmi dymi

No, nepochybujem o tom, že ak vám to aj hneď nepríde na um, že to predsa len viete — veď študujete chémiu a so záľubou sa jej venujete. Ťažšie vám toto uveria tí, ktorí sa chémiu nikdy neučili.

Pokúste sa im to dokázať.

Otočte okolo kocky cukru kúsok drôtu. Jeden koniec drôtu nechajte dlhší, aby vám mohol poslúžiť ako držadlo.

Kocku v drôte podržte nad plameňom sviečky. Na cukre nebude vidieť žiadne osobitné zmeny okrem čiernych škvŕn od dymu zo sviečky.

Požiadajte potom niekoho zo starších, aby sa dotkol polom cigarety jedného rohu kocky. Vy potom práve tento roh kocky podržte znova nad plameňom sviečky. Za jednu až dve sekundy sa objaví jasnobelasý plameň a hneď potom začne kvapkať z bieleho cukru lesklá čierna masa. Masa obsahuje uhlík a idú z nej kúdoly dymu.

Nezabudnite si však ešte predtým pripraviť tanier! Roz-

topený cukor nech kvapká naň a dávajte ešte pozor, aby vám horúci cukor nekvapol na rukú!

A to skutočne cukor zhorel? Tak dajako sa spýtajú priatelia a možno mnohí aj povedia, že veru zhorel — keď uvidia čiernu zuhoľnatú masu, ako kvapká z cukru.

A čo si myslíte vy?

Cukor ste nad ohňom rozložili na prvky, z ktorých sa skladá. Uvoľnili ste z neho kyslík a vodík vo forme vodnej pary, čím sa uvoľnil aj uhlík.

Že horenie nazývame zlučovaním sa s kyslíkom — to tiež už viete.

— Dobré. A čo teda horelo pri tomto našom pokuse?

Musíme uznať, že predsa len horel cukor, lebo prijímal zo vzduchu kyslík a pritom sa rozložil na uhlík a vodné pary.

Určite vám to bude celkom jasné, keď si ešte urobíme nasledujúci pokus.

Pokus 12

Hori cukor vo vode?

— Že sa cukor vo vode roztopí, to vieme, pomyslia si vaši priatelia. Ale, že by horel vo vode — to sme doteraz veru nepočuli.

Nič to zato, budete počuť teraz. Celkom smelo im môžete odvetiť na ich poznámku. Ba, ak vás to skutočne zaujíma, môžete to aj vidieť a nielen počuť, hoci je toto horenie neviditeľné.

Usaďte ich vo vašom laboratóriu.

V 25 ml vody si pripravíme silný roztok cukru.

Do skúmavky nalejeme osobitne 20 ml studenej vody z vodovodu a pridáme do nej 5 ml koncentrovanej kyseliny sírovej. Kyselinu musíme liať do vody veľmi pomaly, aby sme zabránili prílišnému zahrievaniu a nebezpečnému prskaniu kyseliny. Premiešame sklenenou tyčinkou a prelejeme do väčšej fľaše, do ktorej potom vlejeme roztok cukru. Pridáme aj trocha manganistanu draselného.

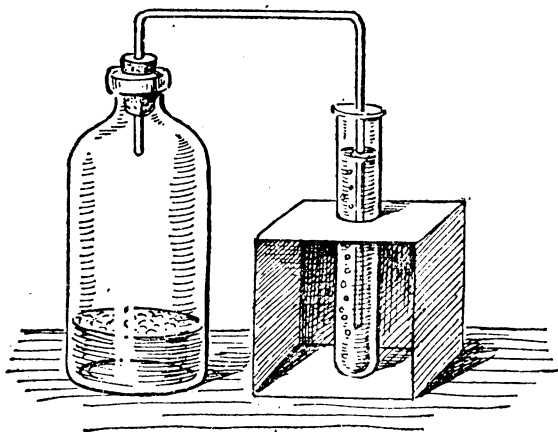
Fľašu zatvoríme zátkou, v ktorej je prevlečená sklená rúročka. Avšak rúročka musí mať taký tvar, aby sa jej voľný koniec mohol ponoriť do skúmavky s vápennou vodou.

Fľaša sa začne o jednu až dve minúty zahrievať. Cez

rúročku začnú vystupovať plyny a prenikať do vápennej vody, ktorá sa od nich zakalí.

Keď sa reakcia skončí, obsah fľaše bude bezfarebný. Cukor už vo fľaši nie je — ten zhorel a k tomu ešte vo vode! Lenže jeho horenie bolo neviditeľné.

Bude preto dobre, keď si o tomto horení povieme trochu viacej.



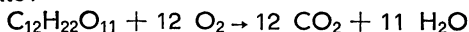
Obr. 23. Vápenná voda sa v skúmavke zakalí

Po skončení celého procesu odmerajte teplotu kvapaliny vo fľaši! Zistíte, o koľko teplota stúpla. Cukor pri horení — t. j. pri premene na kysličník uhličitý a vodu — vyvíjal určité množstvo tepla.

O tom, že pri tomto horení skutočne vzniká kysličník uhličitý, máme dôkaz, lebo voda v skúmavke, do ktorej bol ponorený druhý koniec sklenej rúročky, sa zakalila.

Čo sa vlastne dialo vo fľaši?

Kysličník manganičitý spolu s kyselinou sírovou tvorí taký kysličník manganu, ktorý je veľmi bohatý na kyslík. Je to tzv. kysličník manganistý, lebo svojimi dvoma atómami manganu viaže 7 atómov kyslíka (Mn_2O_7). Táto zlúčenina potom odovzdala svoj kyslík cukru, cukor zhorel a premenil sa tým na kysličník uhličitý a vodu. Chemik by napísal priebeh reakcie takto:



Horenie prebiehalo pomalšie a oveľa nenápadnejšie, než horenie cukru na otvorenom vzduchu.

Je to príklad tzv. pomalého oksylichovania, ktoré sa odohráva v prírode, a s ktorým sa stretneme na každom kroku. Výmena látok v ľudskom organizme, život rastlín, hnitie, kvasenie a hrdzavenie (oxidácia) kovov — to všetko sú príklady pomalého oksylichovania.

Presne to isté, čo sa stalo vo fľaši pri našom pokuse, deje sa aj s cukrom, ktorý sa dostáva do ľudského organizmu. Aj ten sa pomaly spaľuje — premieňa sa na kysličník uhličitý a vodu, viaže sa s kyslíkom, ktorý sa dostáva do nášho organizmu dýchaním. Pritom tiež vzniká kysličník uhličitý, ktorého sa organizmus zbavuje vydychovaním. Pri tomto procese, práve tak, ako aj v našej fľaši, vyvíja sa tepelná energia, ktorá je nevyhnutná pre život nášho organizmu, pre zachovanie jeho životných funkcií. Jedna kocka cukru pri spaľovaní uvoľňuje 4 kalórie — v každom prípade — či už rýchlo zhorí v ohni, alebo sa pomaly spaľuje v ľudskom tele.

Proces spaľovania prebiehajúci v ľudskom organizme podporuje železo, ktoré sa nachádza v krvi. Plní funkciu katalyzátora; už len svojou prítomnosťou umožňuje a urýchľuje oksylichovanie cukru.

Pokus 13

Ešte raz horenie bez ohňa

Pohládajte niekde kúsok starého, hrdzavého železa. Už viete, že tie krehké, vločkovité, červenohnedé škvrny hrdze vznikli v dôsledku pomalého, nenápadného oksylichovania železa.

Verím, že to naozaj viete. Len — či by ste to vedeli a chceli aj dokázať týmto naším pokusom.

Samozrejme! — poviete.

Vezmete kúsok už nepoužívaného oceľového vechťa (drôtenka), aký sa používa v kuchyni na drhnutie riadu, namočíte ho do vody a mokrý zasuniete na dno skúmavky.

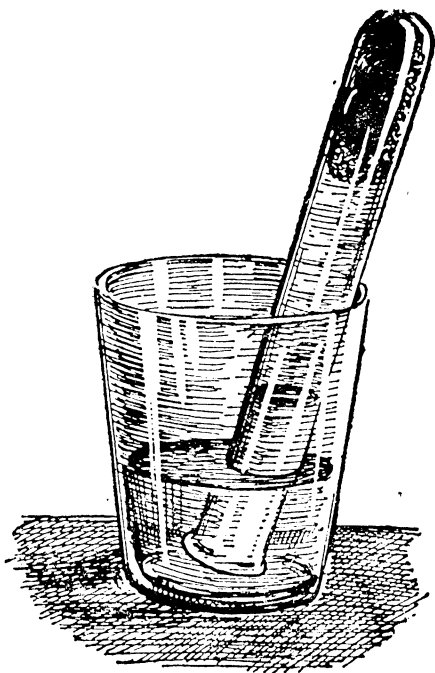
Skúmavku obráťte hore dnom a otvor ponorte do pohára, v ktorom je na dne asi 2 cm vody.

Pozrite sa na druhý deň do skúmavky! Nájdete tam dôkaz nenápadného oksylichovania železa.

Na oceľových drôťkoch uvidíte červenohnedé škvrny a na spodnej časti skúmavky zistíte, že sa v nej hladina vody zdvihla — je teraz nad úroveň hladiny vody v pohári. Skúmavka vodu z pohára „vypila“.

Prečo?

Voda v skúmavke pod tlakom vonkajšieho vzduchu vyplnila ten priestor, ktorý pôvodne zaberá kyslík — skôr než sa spojil so železom.



Obr. 24. Na železných trieskach v skúmavke sa objavajú hrdzavé škvrny

Hrdza, ako viete, je veľmi škodlivá. Poškodzuje všetko, čo je vyrobené zo železa alebo ocele. Železo a oceľ strácajú pri hrdzavení svoju pevnosť a pružnosť. Hrdza ich rozožiera, poškodzuje tvar predmetu a veľa predmetov sa stane nepotrebnými, keď zhrdzavejú. Preto je veľmi dôležité chrániť pred hrdzou železné a oceľové predmety. Predovšetkým tie, ktoré sú vo vlhkom prostredí a ku ktorým má prístup kyslík

zo vzduchu, napr. mosty alebo aj rôzne iné železné konštrukcie. Zvyčajne sa to robí tak, že sa tieto železné konštrukcie natierajú ochrannými nátermi, a tak sa chránia pred prístupom vzduchu a vlhkosti.

V niektorých prípadoch sa na železné alebo oceľové predmety nanáša tenká vrstva iného nehrdzavejúceho kovu, ktorý potom chráni železo pred hrdzou.

Napriek tomu, že sa používajú rôzne spôsoby ochrany železa pred hrdzou, predsa každoročne zničí hrdza obrovské množstvá železa na celom svete.

Pokus 14

Železo môže horieť — aj plameňom

Prirodzene, že sa vám nepodari zapáliť železnú tyč, lebo kyslík sa dostáva len na povrch železného predmetu. Podstatná časť hmoty železa sa nedostane do styku s kyslíkom, a preto nemôže horieť. Musíme teda použiť tenký železný drôt, ktorý sa dá ľahko zapáliť.

Vezmite chumáčik tenkého železného drôtu a omotajte ho na nejakú drevenú paličku tak, aby ste paličku mohli držať v ruke. Drôt podržte nad plameňom sviečky. Železo začne horieť, pričom bude prskať a iskriť.

Pokus 15

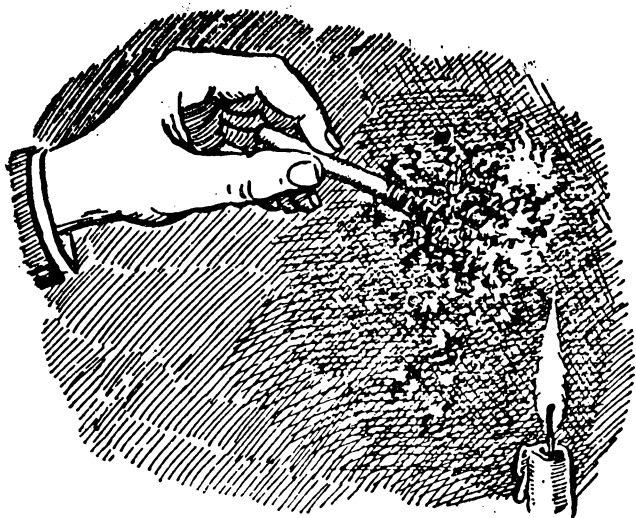
Aj pri hrdzavení železa vzniká teplo

Pripravte si vo fľaši takúto zmes: 89 dielov železných pilín, 10 dielov chlorečnanu draselného a 1 diel modrej skalice.

Na túto zmes nalejte vodu. Do fľaše potom dajte teplomer.

Za hodinu zistíte, že teplota vo fľaši stúpila o 5 stupňov. Zvýšená teplota sa udrží 24 hodín. Keď začne teplota klesať a bude sa tak postupne vyrovnávať s teplotou v miestnosti, uvidíte, že celá masa vo fľaši zhnedla — zhrdzavela.

Železné piliny zhrdzaveli, pričom sa vyvinulo teplo. Kyslík potrebný na okysličenie železa sa uvoľnil z chlorečnanu dra-



Obr. 25. Železné ostružliny horia, iskry lietajú

selného, modrá skalica zohrala úlohu katalyzátora, ktorý urýchlil zhrdzavenie.

Pokus 16

Nepriateľ špiny

Postavíte na stôl pohár, v ktorom je voda belaso zafarbená, lebo ste do nej kvapli niekoľko kvapiek atramentu.

V ruke máte svoju sklenú čarodejnícku paličku. Krúžite ňou nad pohárom. Nakoniec pomiešate paličkou belasú vodu v pohári.

Videli vaši priatelia, že ste paličku ponorili do chlóróvého vápna, a tak ste z neho trocha dostali do vody s atramentom? Či už videli, alebo aj nevideli, v každom prípade uvidia ďalšie; voda začne rýchlo strácať svoju belasú farbu a zostane takmer bezfarebná.

Čo sa tu stalo?

Chemické zloženie atramentu sa skutočne zmenilo. Nie-

ktoré látky, z ktorých sa atrament skladá, spojili sa s kyslíkom. Inak povedané, okysličili sa a atrament pritom stratil svoju belasú farbu.

Takýto proces prebieha aj pri chemickom bielení bielizne. Kyslík sa zlučuje s tými látkami, ktoré sa nachádzajú v špinavej bielizni, spaľuje ich, a takto odstraňuje špinu z bielizne — čistí ju.

Takto pôsobia aj niektoré dezinfekčné prostriedky. Sú to také prostriedky, ktoré obsahujú veľa kyslíka. Kyslík sa z nich ľahko uvoľňuje a spája sa s baktériami — t. j. spaľuje ich. Taká je aj napr. zlúčenina vodíka a kyslíka — nazývame ju peroxidom vodíka. Jeho molekuly tvoria dva atómy vodíka a dva atómy kyslíka (H_2O_2). Jeden atóm kyslíka sa z neho ľahko uvoľňuje a spája sa s tými látkami, s ktorými prichádza do styku, spaľuje ich — dezinfikuje. Z pôvodnej zlúčeniny zostane obyčajná voda. Peroxid vodíka sa často pre svoje dezinfekčné vlastnosti používa na kloktanie hrdla alebo čistenie otvorených rán. Zaiste ste ho už videli vo forme roztoku, prípadne tabletky, ktorá šumí, keď sa rozpúšťa vo vode.

Bielenie je veľmi dôležitá fáza výrobného procesu pri výrobe bavlnených výrobkov, lebo bavlnené vlákno nie je pôvodne celkom biele.

A ako môže slnko bieliť plátno alebo bielizeň?

Tiež iba tak, ako sme práve povedali. Slnčné lúče rozkladajú zlúčeniny farieb alebo nečistoty na bielizni. Farba sa stráca a rozložené prvky látky sa pri praní vyperú.

Pokus 17

Čo nedokáže jeden — dokážu dvaja

Vezmite peroxid vodíka — celkom obyčajný 3 0/0-ný roztok, aký sa najčastejšie používa v domácnosti a po troche ponalievajte do troch pohárikov.

Do jedného pohára pridajte máličko chloridu železnatého a do druhého trocha železných pilín. Ani v jednom pohári nezbadáte nijakú závažnejšiu zmenu. Môžete pozorovať iba nepatrné uvoľňovanie kyslíka z peroxidu vodíka.

Keď však do tretieho pohára pridáte po troche chlorid železnatý aj železné piliny, začne sa tekutina v pohári rýchlo peniť; v tomto prípade sa z peroxidu vodíka uvoľňuje

veľmi rýchlo kyslík. Pokus si môžete overiť aj tak, že dáte nad tento pohárik tlejúcu zápalku. Začne opäť horieť.

Čo nedokázal chlorid železnatý sám, ani železné piliny, to spoločne dokázali veľmi rýchlo. Vypudili z molekuly peroxidu vodíka jeden atóm kyslíka. Ich katalytické účinky sú oveľa zreteľnejšie vtedy, keď pôsobia spoločne — keď majú súčasne splniť rovnakú úlohu.

Pokus 18

Trocha chemickej geometrie

Chemická geometria? A to je, prosím vás, čo za nový pojem? Máte právo sa takto opýtať, lebo tento výraz skutočne nie je celkom bežný a ani celkom presný. No pri tejto príležitosti nám poslúži.

Dám vám takúto úlohu: Vpíšte do kruhu rovnostranný trojuholník, ale bez ceruzky, bez papiera, bez kružidla. Použiť môžete len Bunsenov kahan!

Dúfam, že sa nevzdáte, a že sa odhodláte úlohu splniť.

Vezmete porcelánový tanier. Nemusí to byť nový tanier. Stačí aj otlčený, akých máme my v našom laboratóriu naozaj dosť. Na dno taniera naniesiete v kruhovej ploche tenkú vrstvu kysličníka olovičitého.

Tanier postavíte na malú železnú trojnožku, ktorú ste predtým oblepili hlinou.

Potom potrebujete už iba plameň, aby ste pomocou neho získali želaný geometrický obrazec.

Plameň sústredíte do stredu kruhu, ktorý ste urobili kysličníkom olovičitým na dne taniera. Najlepšie bude, keď použijete Bunsenov kahan.

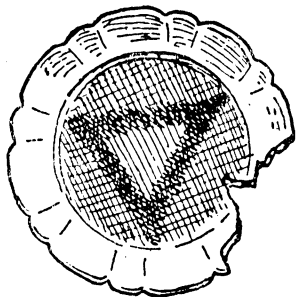
Teplo vyvolá chemické premeny kysličníka olovičitého, ktorý je v tanieri, a toto teplo nám pomôže vytvoriť aj obrazec, ktorý som od vás požadoval.

Po niekoľkých minútach sa objaví uprostred kruhu trojuholník žltej farby. Okolo neho uvidíte červený trojuholník, narysovaný v kružnici hnedej farby.

Kružnicu hnedej farby vytvára kysličník olovičitý, ktorého prirodzená farba je hnedá. Jeho chemický vzorec je PbO_2 .

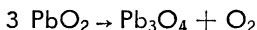
Červený trojuholník vytvorilo mínium. Vzniklo tiež vplyvom tepla, lebo sa zohrievala aj železná trojnožka oblepená hlinou. Teplo sa prenieslo na tanier i na hydroxid olovičitý,

ktorý bol nad trojnožkou v tanieri. Kysličník olovičitý vplyvom tepla stratil časť svojho kyslíka a vytvorilo sa z neho mínium. Chemický vzorec mínia je Pb_3O_4 a ako zaiste viete, má červenú farbu. To je tá základná červená farba, ktorou sa natierajú železné konštrukcie skôr než dostanú svoju definitívnu farbu, lebo mínium má tú dobrú vlastnosť, že dobre prilipne k železu a chráni ho pred hrdzavením (koróziou). Inak povedané, plní úlohu materiálu, ktorý má dobrú afinitu*) — to znamená, že železo a mínium sa veľmi dobre zlučujú. Takúto vlastnosť nemajú iné druhy náterových farieb, preto by zo železa veľmi rýchlo odpadávali a železo vystavili hrdzaveniu.



Obr. 26. Na tanieri sa objaví očakávaný geometrický obrazec

Čo sa vlastne stalo na našom tanieri vplyvom teploty? Tri molekuly kysličníka olovičitého (3PbO_2) sa spojili a vytvorili jednu molekulu mínia (Pb_3O_4), ktorá sa skladá z troch atómov olova (Pb_3) a štyroch atómov kyslíka (O_4), pričom sa uvoľnili dva atómy kyslíka. To, čo sa odohralo vplyvom pôsobenia tepla počas nášho pokusu, chemicky možno vyjadriť takto:



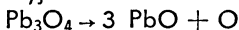
Takúto chemickú reakciu, pri ktorej sa z nejakého kysličníka, t. j. zo zlúčeniny určitého prvku s kyslíkom, uvoľňuje kyslík čiastočne alebo úplne, nazývajú chemici redukciou.

Žltá farba vnútri trojuholníka pochádza z toho, že uprostred železnej trojnožky bola teplota najvyššia, lebo v tom mieste plameň priamo dosahoval tanier, a preto sa tam kysličník olovičitý najskôr redukoval na mínium. Pretože zohrievanie pokračovalo ešte aj po prebehnutí redukcie, kyslík sa ďalej uvoľňoval z mínia, t. j. prebiehala ďalšia redukcia

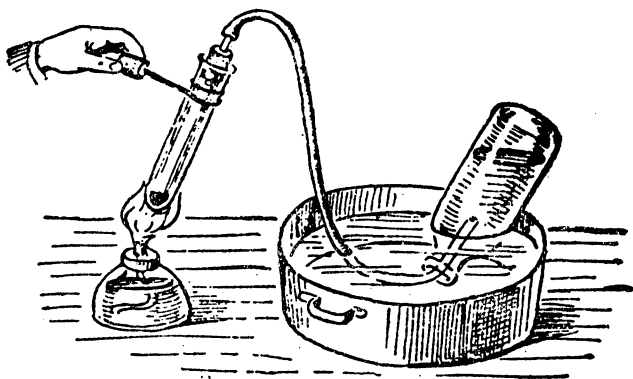
* Afinita — zlučivosť prvkov (pozn. red.)

mínia na kysličník olovnatý, ktorý má žltú farbu a jeho chemický vzorec je PbO .

V tomto prípade sa pri ďalšom pôsobení tepla rozložila molekula mínia (Pb_3O_4) na tri molekuly kysličníka olovnatého (3 PbO), pričom sa uvoľnil jeden atóm kyslíka (O). Chemicky môžeme túto reakciu vyjadriť takto:



Toto bol celkom jednoduchý pokus, pri ktorom sme si veľmi pekne ukázali, ako prebieha redukcia kysličníkov olova pri pôsobení teploty.



Obr. 27. Získavanie kyslíka z chlorečnanu draselného v pneumatickej nádobe

Pokus 19

Kyslík na prechádzke

Pri tomto pokuse chceme preskúmať, ako kyslík vplyvom teploty prechádza od jedného prvku k druhému.

Vezmeme tri gramy kysličníka meďnatého. V tejto zlúčenine, ako to vyplýva už z jej názvu, je viazaný kyslík s meďou. Chemický vzorec je CuO .

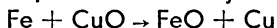
Pridáme dva gramy čo najjemnejšieho železného prášku — pilín.

Túto zmes zohrejeme nad plameňom v porcelánovej mis-

ke. Keď sa zmes rozžeraví, nádobu odstavíme. Po vychladnutí zmesi uvidíme, že sme získali sivočierny kysličník železa a červené guľôčky medi.

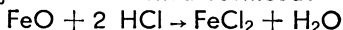
Vplyvom teploty sa kyslík oddelil od medi a prešiel k železu. Pretože meď je poloušľachtilý kov, nerada sa zlučuje s kyslíkom a relatívne ľahko kyslík opúšťa.

V tomto prípade prebehla v našej miske takáto reakcia:



My však ešte budeme pokračovať. Do misky pridáme kyselinu chlorovodíkovú rozriedenú vodou približne na 50 % a znova ju zohrievame nad plameňom.

Teraz zasa kyslík opustí železo a pridá sa k vodíku, ktorý je v kyseline chlorovodíkovej. Chlór, ktorý obsahuje kyselina, bude sa viazať so železom. Prebehne reakcia, ktorú môžeme vyjadriť nasledujúcou chemickou rovnicou:



V rozriedenej kyseline chlorovodíkovej sa však chlorid železnatý rozpustí, kyselina získa zelenú farbu, ale aj v tejto zelenej tekutine môžeme pozorovať na dne misky červenú usadeninu medi.

Pokus 20

Naplníme si fľašky kyslíkom!

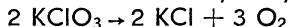
Pri mnohých našich pokusoch potrebujeme v našom laboratóriu kyslík.

Vyrobme si ho! Naplníme si ním niekoľko fliaš a budeme ho mať poruke vždy, keď bude treba.

Do skúmavky z dobrého ohňovzdorného skla vložíme 5 gramov chlorečnanu draselného.

Skúmavku pomaly zahrievame nad miernym plameňom. Predtým sme ju však uzavreli gumovou zátkou, cez ktorú je prevlečená gumová hadička. Túto hadičku vedieme do tzv. tlakovej nádoby, t. j. do fľaše, v ktorej si chceme uschovať kyslík. Fľaša je naplnená vodou a obrátená hore dnom vo väčšej nádobe, ktorá je takisto naplnená vodou.

Čo sa deje v skúmavke vplyvom teploty? Chlorečnan draselný sa rozkladá na chlorid draselný a kyslík podľa rovnice



Kyslík prechádza hadičkou do fľaše. Aby sme boli istí, že kyslík vo fľaši skutočne je, vložíme do fľaše tlejúce drevko.

Keď vzplanie, bude to dôkaz toho, že vo fľaši sa nachádza väčšia koncentrácia kyslíka, než je bežne vo vzduchu.

Vo vzduchu je zvyčajne 20 % kyslíka a zvyšok tvorí zväčša dusík. Keď je vo vzduchu viac než 28 % kyslíka, tlejúce drevo vzplanie, keď je ho menej než 16 %, horiaca zápalka zhasne.

Z chlorečnanu draselného dostávame veľké množstvo kyslíka: z 10 gramov sa uvoľní 2,75 litra čistého kyslíka.

Pokus 21

Prví cestovatelia na Mesiac

Už samotný spôsob, akým sme získali pred chvíľou kyslík v našom laboratóriu, nám pripomenul slávnych cestovateľov Jules Verneho (žül vern) na Mesiac: Impey Barbikan (impy barbiken), Michal Ardan a kapitán Nicholl (nikol); tiež tak vyrábali vo svojej strele kyslík, ktorý bol pre nich a pre ich dýchanie nevyhnutný počas letu vesmírom.

Teraz trochu zdokonalíme ich spôsob získavania kyslíka, ktorý sme aj my použili v predchádzajúcom pokuse.

Do skúmavky pridáme okrem 5 gramov chlorečnanu draselného, ešte aj 2,5 gramu kysličníka manganičitého.

Pri zahrievaní bude prebiehať celkom rovnaký proces ako pri predchádzajúcom pokuse. Kysličník manganičitý sa pri tejto reakcii nespotrebuje, lebo sa jej zúčastní len preto, aby urýchlil rozklad chlorečnanu draselného na chlorid draselný a kyslík, a to pri podstatne nižšej teplote než v už uvedenom pokuse. Kysličník manganičitý tu plní len funkciu katalyzátora, ktorý urýchlí rozklad chlorečnanu draselného.

Najprv vás však na niečo upozorním. Nezabudnite — tak ako kedysi Michal Ardan — dobre uzavrieť „prístroj“ na výrobu kyslíka. Inak by sa vám mohlo stať to, čo oným trom obyvateľom strely; totiž, že by ste upadli do takého ošialu ako oni. Jules Verne hovorí, že vôbec nebolo možné pochybovať o ich triezvosti, a predsa začali „divo tancovať, nezmyselne rozhadzovať rukami, dupať po podlahe ako blázni a robiť kotrmelce ako šašovia v cirkuse.

Aj Diana sa zúčastnila na tomto tanci, vyla zároveň s ostatnými a vyskakovala až ku klenbe strely. Bolo počuť nevysvetliteľné šumenie krídel a neobyčajné kikirikanie kohú-

ta, ktoré znelo smiešne. Päť alebo šesť sliepok lietalo dookola a narážali na steny ako vyplašené netopiere...

Potom traja cestovatelia — ktorých pľúca boli vyšinuté z normálnej činnosti pod vplyvom niečoho nepochopiteľného — upadli do úplného omámenia. Akoby vzduch, ktorý dýchali, spaľoval ich vnútornosti. Napokon bezvládne padli na podlahu strely."

Pokus 22

Koľko kyslíka obsahuje vzduch?

— Jednu pätinu! — znie vaša odpoveď.

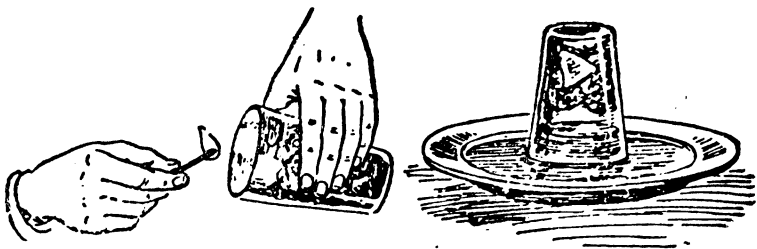
Správne. Nie síce celkom presne jednu pätinu, ale približne je to tak. Ako to však viete, že práve pätinu?

— No, učili sme sa to — odpoviete.

Dobre, dobre... ale, — čo keby sme sa presvedčili sami, či je to skutočne tak. Dokážme si to v našom laboratóriu!

Taký pokus je celkom jednoduchý.

Vezmite staré noviny a vystrihnite z nich štvorcový decimeter. Papier pokrčte a vložte do malého vínového poháríka. V pohári papier zapáľte.



Obr. 28. Voda vystúpi do jednej pätiny pohára

Keď sa papier rozhorí, obráťte pohárik hore dnom a rýchlo ho priložte otvorom na tanier, do ktorého ste naliali trocha vody.

Papier bude ešte chvíľu horieť, potom zhasne.

Prečo?

To je predsa jasné. Keď sa v pohári spotreboval všetok kyslík, papier ďalej horieť nemohol.

Voda sa zatiaľ v pohári trochu zdvihla a vystúpila približne do jednej pätiny pohára.

Prečo práve do jednej pätiny?

Keď sa kyslík horením spotreboval, ostali v pohári ostatné plyny, ktoré sú vo vzduchu. Pretože zaberajú rovnaký priestor ako predtým spolu s kyslíkom, plyny sú v poháriku redšie, a tým je aj tlak v poháriku menší, než tlak vzduchu okolo pohára. Vplyvom toho vonkajšieho, väčšieho tlaku vzduchu sa dvíha hladina vody v pohári až dovtedy, kým sa vonkajší a vnútorný tlak nevyrovnajú. Tlak sa vyrovná až potom, keď voda zaberie priestor, ktorý predtým zaberá spotrebovaný kyslík. A to je približne jedna pätina pohára.

Naše meranie nie je celkom presné, ale myslím si, že stačí na to, aby sme dokázali podstatu javu a približne určili obsah kyslíka vo vzduchu.

Pokus 23

Blesky v skúmavke

Viete si predstaviť, že v skúmavke asi štvrtť hodiny blýskajú a prskajú iskry, pričom v tejto skúmavke je lieh, ktorý nechce a nechce horieť?

Namiesto toho, aby ste si to predstavovali, urobme radšej nasledujúci pokus a podívajme sa priamo na tento nezvyčajný a zaujímavý úkaz.

Postavte celkom čistú, vyleštenú a veľmi dôkladne do sucha vyutieranú skúmavku na podstavec. Musí stáť dokonale rovno a jej spodná časť musí visieť voľne nad stolom. Pod skúmavku postavte širšiu nádobu s vodou tak, že skúmavka bude do polovice ponorená vo vode.

Nalejte do skúmavky koncentrovanú kyselinu sírovú, približne asi do výšky troch centimetrov od dna skúmavky. Pri nalievaní dávajte pozor, aby steny skúmavky, nachádzajúce sa nad úrovňou kyseliny, zostali celkom čisté — aby ste ich nepostriekali kyselinou.

Potom nalejte do skúmavky opäť asi do výšky troch centimetrov obyčajný denaturovaný lieh, najlepšie pipetou. Spodok pipety držte asi 1 mm nad hladinou kyseliny, aby sa tieto dve tekutiny nemohli pomiešať. Hoci sa inak ľahko zlučujú, v našom prípade môžete dosiahnuť to, že lieh ostane nad kyselinou sírovou. No pri nalievaní liehu musíte postu-

povať veľmi pozorne. Kyselina sírová má mernú hmotnosť 1,8 g/ml a merná hmotnosť liehu je len 0,8 g/ml.

Lieh treba nalievať opatrne aj preto, lebo keby sa tieto dve tekutiny pomiešali, mohla by sa zmes veľmi rýchle a nebezpečne zahriať a rozprsknúť po okolí.

Keď ste už naliali do skúmavky aj lieh, vhod'te do nej asi 2 mm dlhý kryštál manganistanu draselného.

Čoskoro uvidíte, ako sa na hraničnej čiare, kde sa stretá kyselina sírová s liehom, objavujú iskry, ktoré celkom zreteľne prskajú.

Kyselina sírová dostane rovnomerne zelenkastú farbu a hraničný povrch bude sfarbený na hnedo.

Blýskanie vnútri skúmavky pod vrstvou liehu môže trvať asi štvrt' hodiny. Po uplynutí tohto času prelejte obsah skúmavky rýchlo do väčšej nádoby so studenou vodou. Len tak zabránite nebezpečnému zahrievaniu kyseliny sírovej. Pri prelievaní odvráťte tvár!

Iskrenie v skúmavke s liehom pôsobí na divákov veľmi tajomne, ale pre nás chemikov to veru nie je nijaký zázrak.

Z manganistanu draselného vzniká pri styku s kyselinou sírovou kysličník manganistý, ktorý je veľmi bohatý na kyslík. To sú tie zelenkaste škvrny, ktoré môžete pozorovať v kyseline sírovej. Táto zlúčenina môže veľmi rýchlo uvoľňovať kyslík. Pritom sa rozpadá na kysličník manganičitý a kyslík. Chemicky to vyjadruje rovnica



Kyslík, ktorý sa takto uvoľní z kysličníka manganistého, okysličuje lieh na ploche, kde s ním prichádza do styku. V tých miestach lieh začína horieť, pričom svieti. Pri horení liehu vzniká ako produkt horenia kysličník uhličitý. Celkom dobre sa dá pozorovať, ako sa v podobe malých bubliniek dvíha a prechádza cez vrstvu liehu po každom zaiskrení. No aj kysličník manganičitý, ktorý vzniká v kyseline sírovej, môžete pozorovať voľným okom. To je tá látka hnedej farby, ktorá sa objavila v skúmavke na hraničnej čiare medzi dvoma tekutinami.

Celú reakciu, tak ako prebieha, môžeme teda ľahko pozorovať podľa jej viditeľných vonkajších znakov.

Dôležité je zapamätať si takéto znaky a rýchlo si ich zaznačiť. Pomôžu nám pochopiť samotnú podstatu procesu, ktorý je predmetom našich pokusov a štúdií.

Najväčší význam v každej vede má to, keď sa nám po-

darí presne a úplne pochopiť podstatu javov. Keď nielen pozorujeme vonkajšie formy, ale naučíme sa prenikať do podstaty.

Pokus 24

Ozón ako zapalovač

Poznáte vôňu ozónu? Domnievam sa, že ste už mali možnosť zoznámiť sa s ním niekedy v lete, keď sa hádam častejšie dostanete do prírody, a keď sa aj pomerne často vyskytujú náhle búrkové prehánky so sprievodom bleskov.

Blesky, tie obrovské elektrické výboje, ktoré letia atmosférou, vytvárajú vo vzduchu ozón. Ozón, ako azda viete, je taký kyslík, ktorého molekuly sa skladajú z troch atómov, kým molekula obyčajného kyslíka má len dva atómy.

Ozón veľmi ľahko uvoľňuje zvyšný atóm. V tom okamihu, keď sa kyslík uvoľňuje, má okysličovaciu schopnosť. Túto jeho schopnosť chceme využiť pri pokuse, kde ho použijeme ako zapalovač.

Vezmeme pásik flanelu a namočíme ho do liehu alebo benzínu. Namočený pásik vystavíme pôsobeniu ozónu, ktorý ho dokáže zapáliť, lebo zapríčiní náhlu oxidáciu benzínu.

— To teda znamená, že budeme čakať až do leta, nie? Potrebujeme k tomu búrku a počas búrkych budeme hľadať ozón...

— Vezmeme potom náš flanelový pásik, položíme ho blízko blesku... A či nie tak? Veru nie! To by bolo skutočne veľmi zložité.

My si ozón vyrobíme v našom laboratóriu.

Do porcelánovej misky vložíme tri-štyri kryštálky manganistanu draselného.

Potom, pomocou sklenej zátky, kvapneme naň dve až tri kvapky kyseliny sírovej.

Dávajte však dobrý pozor! Odtiahnite sa od misky čo najďalej a tvár si zakryte kartónom. Zmes v miske začne prskať jasnými kvapkami okolo nádoby. Rýchlo ju preto prikryte sklenou platničkou.

Zacítite vôňu ozónu.

Veru už ho tu máme... a bez búrkych!

Je tu a dostal sa k nám do laboratória celkom jednoducho. Tak, ako aj pri predchádzajúcom pokuse. Manganis-

tan draselný spolu s kyselinou sírovou vytvára kysličník manganistý, ktorý sa rozkladá na kysličník manganičitý a ozón.

Prekontrolujte a porovnajte chemickú rovnicu s tou, ktorú sme dostali v predchádzajúcom pokuse:



Pokus 25

Ohňostroj

— Dnes večer ohňostroj! — oznámite vašim doma — na počesť doterajších úspešných chemických pokusov v našom laboratóriu.

Neverím, že by niekto chcel vynechať túto príležitosť a že by nechcel vidieť naše malé predstavenie. Najmä keď poviete, že nepoužijete nič iné, len sviečku a kúsky staniolu.

Prítomní asi pokrútia hlavou a možno že vám ani veriť nebudú. Veď kto to kedy videl taký ohňostroj, ku ktorému stačia také skromné prostriedky.

A vy potom večer pekne zapálite sviečku vo svietniku a zahasíte lampu. Pokus bude totiž oveľa krajší i zaujímavejší pri slabom svetle sviečky.

Vezmete si sklenú rúročku, ktorá je na jednom konci ohnutá do pravého uhla. Dlhší koniec rúročky vložíte do úst a kratší koniec priložíte blízko plameňa sviečky. Namiesto sklenej rúročky môžete použiť akúkoľvek inú rúrku, ktorá má tvar fajky — ba dokonca aj skutočnú fajku, ak niekto zo starších fajku pri sebe má. Ale ja predsa len verím, že medzi rozličnými sklenými rúročkami nájdete aj takú, ktorú na tento pokus potrebujete, a že vám takáto maličkosť nebude robiť starosti.

Keď začnete do rúročky fúkať, plameň sviečky sa pod vplyvom prúdu vzduchu ohne v smere vzdušného prúdu.

Vtedy priložíte ku hrotu plameňa niekoľko pásikov staniolu, širokých 2 až 3 centimetre.

Staniol sa začne roztápať a v rozžeravených chumáčoch bude padať na stôl, odrážať sa od neho, skákať po stole a rozbíjať sa na menšie guľôčky, ktoré sa budú kotúľať všetkými smermi po stole.

Možno niekto zakričí: „Už dosť, stačí! Veď zničíš stôl!“
Nebojte sa! Tomu sa celkom nič nestane. Okolo každej



Obr. 29. „Ohňostroj“ zo staniolu

rozžeravenej kvapky staniolu sa vytvára tenučká vrstva kyslíčnika ciničitého, ktorá zabráni poškodeniu stola.

Musíte vedieť aj to, prečo treba fúkať do plameňa.

Vzdušný prúd zväčšuje príliv kyslíka zo vzduchu. V dôsledku toho je horenie sviečky rýchlejšie a intenzívnejšie. Plameň sviečky je síce menej jasný, ale zato má vyššiu teplotu. Na konci plameňa je potom teplota dostatočne vysoká, aby stačila roztopiť cínové fólie.

Pri zosilnenom plameni a rýchlom topení odpadávajú staniolové kvapky tak rýchlo za sebou, že v tmavej miestnosti,

pri slabom svetle sviečky bude sa to zdať ako skutočný, hoci miniatúrny ohňostroj.

Takýto ohňostroj ani nemusí byť veľmi drahý — dúfam, že to všetci uznávajú. Ak si, pravda, len nechcete získavať kúsky staniolu tak, že budete kupovať čo najčastejšie celú čokoládu!

2. Záhľadný flogiston a jeho „negatívna hmotnosť“

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

V súčasnosti je nám už celkom jasné, že horenie je vlastne spájanie sa látok s kyslíkom a že bez kyslíka horenie neexistuje. Zdá sa nám to nepochopiteľné, že si kedysi ľudia mysleli o tomto jave niečo iné.

A predsa ešte pred 200 rokmi ľudia verili, že hmota obsahuje akúsi látku, ktorá z nej pri horení vystupuje vo forme plameňa.

Na základe takýchto predstáv nemecký fyzik Stahl (štál) vypracoval začiatkom XVII. storočia veľmi populárnu teóriu o „flogistone“. Táto teória potom takmer sto rokov privádzala chemikov na nesprávne chodníčky a bránila im, aby na základe pozorovaní a výsledkov svojich pokusov mohli vyvodiť správne závery.

Stahl nazval flogistonom akúsi tajomnú, neviditeľnú hmotu, podľa gréckeho slova „flogistikos“, čo znamená „ten, ktorý horí“.

Tento flogiston, podľa Stahla, vraj obsahuje každá látka, ktorá je schopná horieť. Niektoré látky ho obsahujú veľa, ako napr. síra, smola alebo drevo. V iných látkach je ho zasa veľmi málo — v kovoch, v kameni. Flogiston opúšťa látku vo forme plameňa a popol nie je nič iné, ako zvyšok látky, keď z nej vyprchá flogiston.

Teória o flogistone vyzerala veľmi vierohodne, takže si získala mnohých preslávených chemikov. Anglický chemik Cavendish (kevendiš), ktorý objavil vodík, myslel, že je to flogiston. Švéd Scheele (šele), ktorý objavil chlór, tiež veril, že vynašiel flogiston. Ba aj Angličan Priestley (pristli), ktorý objavil kyslík, bol až do smrti presvedčený, že teória o flogistone je správna, a preto nazval kyslík „vzduch bez flo-

gistonu". V období jeho života sa viedli vo vedeckých kruhoch ostré boje medzi prívržencami a odporcami flogistonu.

„Horenie nie je možné bez vzduchu“ — tvrdili protivníci flogistonu.

„Bez vzduchu flogiston nemôže opustiť látku, lebo sa rozpúšťa vo vzduchu ako soľ vo vode“ — odmietali ich zasa prívrženci flogistonu.

A keď Priestley objavil kyslík, „ktorý obzvlášť účinne podporuje horenie“, ako to vtedy vyjadrili, prívržencov flogistonu to neprivedlo do rozpakov. Začali vysvetľovať:

„Kyslík neobsahuje flogiston, ale sa v ňom flogiston veľmi dobre rozpúšťa; keď flogiston opúšťa látku veľmi rýchlo a zlučuje sa s kyslíkom, vtedy látka prudko horí“.

A keď Lavoisier dokázal, že látky pri horení zväčšujú svoju hmotnosť „flogistonovci“ sa ešte stále pokúšali obhajovať svoju teóriu:

„Flogiston má „negatívnu“ (zápornú) hmotnosť. Keď vyprchá z látky, tá je potom ťažšia.“

Toto bol vrchol, ale súčasne aj koniec tejto prevrátenej teórie.

Lavoisier svojimi pokusmi, ale predovšetkým svojimi presnými výpočtami a meraniami, objavil skutočnú pravdu o horení a o kyslíku.

Bol to naozaj veľmi významný krok vpred v čase, keď sa vlastne len rodili vedecké základy chémie.

Potom už nasledoval objav za objavom. Zistili, že kyslík sa nachádza vo vzduchu, vo vode, aj v zemi... Dokázali ho uvoľňovať zo zlúčenín a znova ho spájať s prvkami a vytvárať kysličníky prvkov. Objavili voľný kyslík vo vzduchu. Našli ho v množstve zlúčenín, vo vode i na zemi.

Dokázalo sa, že kyslíka je vo vzduchu, vo vode a v zemskej kôre takmer toľko, ako všetkých ostatných prvkov dohromady.

A čo si myslíte vy — kde je ho najviacej?

Dúfam, že po doterajších našich pokusoch, ako aj po tom, čo sme si už povedali o atómovej hmotnosti, nepoviete, že vo vzduchu. Veď viete, že vo vzduchu je kyslíka iba jedna pätina, v zemskej kôre takmer polovica a vo vode viac ako štyri pätiny.

V ľudskom tele je kyslík na prvom mieste. Človek, ktorý váži asi 74 kg, má vo svojom tele približne 40 kg kyslíka. Ostatných 34 kg tvorí 28 rôznych prvkov.

Dodávame vianočné prskavky

Naše laboratórium je pred Vianocami schopné zásobiť všetkých susedov prskavkami. Preto si môžeme na dvere smelo pripevniť oznámenie: „Ak sú v obchodoch prskavky vypredané, nerobte si žiadne starosti! Ešte sme tu my!“



Obr. 30. Prskavka

Pripravíme si zmes: 4 gramy dusičnanu bárnateho, 1,2 gramu škrobu, 2 gramy hrubších železných pilín a 0,4 gramu hliníkových pilín. Všetko toto rozmiešame s trochou teplej vody; tak, aby sme získali hustú masu, ktorou nahrubo obalíme polovicu dĺžky pripravených drôtov. Druhá polovica drôtu musí zostať čistá, aby sme mali za čo držať prskavku v ruke.

Zmes, ktorú sme si pripravili, stačí na štyri prskavky.

Prskavky sa dajú používať až potom, keď sa dobre vysušia. Stačí, keď k prskavke priložíte zapálenú zápalku. Hneď sa rozhorí jasným plameňom, z ktorého sa rozprsknú iskry dookola. Prirodzene, že v tmavšej miestnosti bude efekt pôsobivejší.

Akú funkciu majú jednotlivé zložky nami pripravenej zmesi?

Zrniečka železa a hliníka blýskavo horia a rozletujú sa okolo prskavky v podobe jasne horiacich hviezdčiek.

Dusičnan bárnatý dodáva potrebný kyslík. Podporuje horenie, urýchľuje oksyľčovanie železa a hliníka natoľko, že tieto kovy žiaria veľmi jasným svetlom.

Škrob má funkciu lepidla; drží spolu zrniečka železa a hliníka.

Pokus 27

Keď potrebujeme trvanlivé prskavky

Pre takýto prípad si pripravíme trocha odlišnú zmes od zmesi predchádzajúcej.

Vezmeme oceľové piliny a oblejeme ich stearínom rozpusteným v benzíne. Po vyparení benzínu zostanú piliny obalené tenkou vrstvou parafínu. Takto pripravené oceľové piliny môžeme opatrovať veľmi dlho v našom laboratóriu bez obavy, že nám tieto drobné zrniečka ocele napadne hrdza. Pred koróziou ich chráni jemná parafínová blana.

Vezmeme 1 gram týchto pilín a pomiešame s ôsmimi gramami dusičnanu olovnatého. Pridáme 1 gram práškoveho drevného uhlia. Takýto prach si obstaráme jednoducho; starou žiletkou postrúhame kúsok drevného uhlia. Venujte pozornosť tomu, aby ste potom zmes dokonale premiešali.

Zmes dáme do téglíka, v ktorom je pripravený rozpustený šelak v liehu. Roztok šelaku musíme začať pripravovať dosť zavčasu, lebo šelak sa rozpúšťa v denaturovanom liehu veľmi pomaly. Niekedy to trvá niekoľko dní, ba aj týždňov.

Do takto pripravenej masy namočíte drevenú paličku a naberiete na ňu hrubšiu vrstvu. Keď sa masa vysuší, bengálsku zápalku máte hotovú. Vydrží veľmi dlho, lebo sme oceľové piliny ochránili pred hrdzou.

Šelak slúži ako lepidlo a dusičnan olovnatý ako urýchľovač oksyľčovania.

Tajomstvo čarodejníka

Tajomné ohne, ktoré vzplanú takrečeno bez logického vysvetlenia, bez viditeľného zdroja — boli vždy veľmi príťažlivým bodom programu rozličných kúzelníkov. Títo ich s obľubou používali pri svojich kúzelníckych predstaveniach, aby hneď na začiatku predstavenia urobili na divákov silný dojem.

Tak teda — predstavte si seba s bielym turbanom na hlave. Práve tak, ako to robievajú kúzelníci, ktorí sa svojmu umeniu učili u indických fakírov. Na začiatku predstavenia zakrúžite svojou sklenou kúzelníckou paličkou nad hlinenou nádobou, a v tom momente vzblkne v nádobe oheň — jasný, oslepujúci, iskrivý. Toto určite zapôsobí na prítomných divákov.

Myslím si, že takýto úvod do vášho programu by prítomní odmenili potleskom. Možno by im prišla na um aj myšlienka, že máte styky s fakírmi.

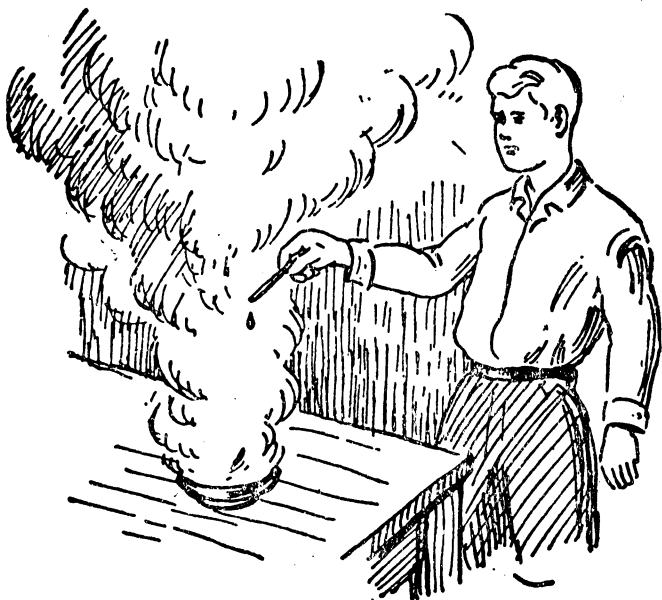
My však vieme, že nie styky s fakírmi, ale iba trocha chlorečnanu draselného a cukru potrebujeme na toto „kúzlo“. Tieto dve látky rozmiešame na dne hlinenej nádoby ešte pred začiatkom predstavenia. Použite najviac 10 gramov takejto zmesi.

Pri miešaní buďte však veľmi opatrní! Najlepšie, keď zmes miešate veľmi pomaly husacím alebo slepačím pierkom. Silnejšie pritlačenie alebo úder by mohli byť veľmi nebezpečné!

Na začiatku predstavenia máte nádobu pred sebou. Vašu sklenú čarodejnícku paličku namočíte — nenápadne, ako sa na kúzelníka patrí — do fľašky s kyselinou sírovou. Nad nádobku so zmesou podržite poličku, aby z nej padla kvapka kyseliny sírovej do zmesi.

Ak pritom dokázate rozprávať ešte aj nejaké nezrozumiteľné a tajomné čarodejnícke zaklínacie formulky, budete mať úspech ešte väčší, i keď takéto reči samotnému pokusu naozaj nepomôžu. Plameň vyšľahne z nádobky aj bez zaklínadiel.

Dajte pozor, aby ste nestáli blízko nádoby. Pokus robte s natiahnutou rukou — musíte sa od nádoby čo najviac odtiahnuť! Dávajte pozor aj na iskry a divákovi nedovoľte priblížiť sa k nádobke.



Obr. 31. Plameň vyšľahne z kameninovej nádoby

Pokus bude ešte pôsobivejší, keď do zmesi pridáte trochu horčíkového prášku. Môžete pridať aj hliník alebo zinok.

Keď na zmes dopadne kvapka kyseliny sírovej, zažiarí v nádobke krásna oslepujúca žiara vysokým plameňom. Najkrajšiu žiaru vám dá zmes zo štyroch dielov chlorečnanu draselného, jedného dielu práškoveho hliníka alebo horčíka a jedného dielu práškoveho cukru.

Chemický proces, ktorý sa odohráva pri tomto pokuse takmer za jediný okamih, je pomerne komplikovaný. Kyselina sírová reaguje najprv s chlorečnanom draselným. Vzniká síran draselný, kyslíčnik chloričitý, kyslík, kyselina chloristá a kyselina chlórna. Uvoľnený kyslík spaľuje cukor. V dôsledku vysokej teploty zažiarí plameň.

Zápalka — zázračný maliar

Ukážete vašim priateľom čistý list papiera. Poviete im: „Keď sa dotknete tohto papiera zápalkou, objaví sa na ňom kresba zajaca“.

Povedzte, že to bude zajac, ale môže to byť hocičo iné, len keď to budete vedieť nakresliť.

Vaši priatelia, ktorí sú už zvyknutí na to, že svoje slovo vždy dodržia, sú ochotní vám uveriť aj to, že sa na papieri naozaj objaví zajac. Predsa však budú zvedaví a budú chcieť kresbu aj vidieť.

Vy teda zápalku zapálite, zahasíte ju, a hlavičkou zápalky, kým je ešte žeravá, dotknete sa papiera.

Z papiera sa začne dymiť. Oheň sa šíri na obe strany z toho miesta, ktorého ste sa dotkli. Čiara sa všelijako ohýba a zanecháva za sebou obhorenú stopu. Skončí sa to až vtedy, keď zázračný maliar nakreslí na papieri sľúbený obrázok zajaca.

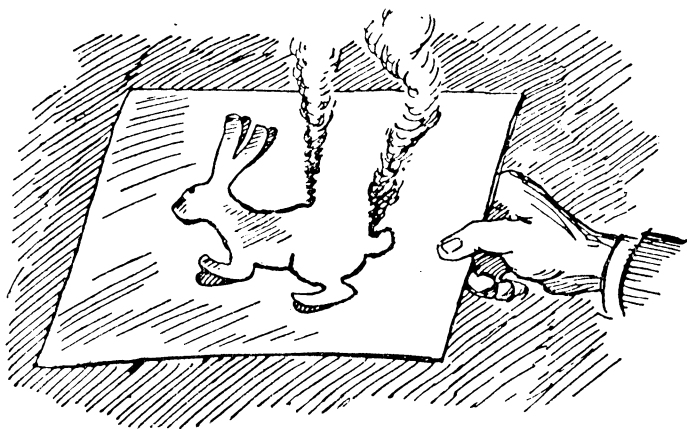
„Vysvetli nám to!“ — kričia na vás tí z divákov, ktorí nie sú dosť trpezliví na to, aby sami rozmýšľali a hľadali bez vašej pomoci riešenie tejto záhady.

Čo tu vlastne treba vysvetľovať?

Na papieri, ktorý nie je hrubší, než povedzme novinový papier alebo tzv. kancelársky papier, ste si vopred nakreslili roztokom dusičnanu draselného obrázok, ktorý mienite neskôr ukázať vašim priateľom. Kreslite však štetcom, aby čiary boli dostatočne hrubé. Pero nepoužívajte, lebo tým nedosiahnete potrebnú hrúbku čiar. Namiesto štetca sa dá, pravda, použiť aj nie veľmi zastrúhaný kúsok drevka.

Keď sa kresba vysuší, bude neviditeľná. Zdá sa, akoby papier bol celkom čistý. Práve preto je potrebné, aby ste si poznačili na papieri ceruzkou ktorékoľvek miesto na čiare. Stačí urobiť jednu bodku, aby ste neskôršie presne vedeli, kde prechádza neviditeľná čiara.

Keď sa potom dotknete žeravým koncom zápalky označeného miesta, začne na tom mieste papier horieť. Oheň sa bude šíriť po neviditeľnej čiare preto, lebo dusičnan draselný je bohatý na kyslík. Kyslík veľmi urýchľuje horenie papiera na čiare, ktorá je pokrytá roztokom dusičnanu draselného. Toto je aj dôvod prečo žeravý koniec zápalky vyvolá na papieri oheň. Inak by sa vlastne muselo stať to, že by



Obr. 32. Plamienok postupuje na neviditeľnej kresbe po papieri

ste žeravou zápalkou urobili do papiera dierku, ale papier by sa pritom nechytíl.

Pokus 30

Podmorský výbuch

Na pobreží zapálite zápalný knôt a na širom mori vybuchne mína!

Veď sa neľakajte! To neznamená, že si musíte utekať kúpiť do Čedoku cestovný lístok dakde k moru! Taká dlhá cesta vás síce možno čaká, ale rozhodne nie pre tento výbuch.

More si nakreslíte na papieri. Potom už celkom ľahko predvediete výbuch na mori aj v izbe, pred zrakmi vašich divákov.

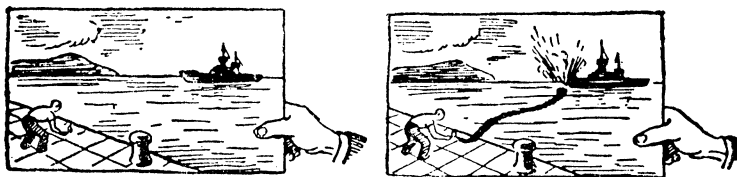
Požiadame niekoho, kto vie pekne kresliť, aby nám nakreslil na hárok papiera more, na ňom krížnik alebo lietadlovú loď, ktorú chceme podmínovať. V popredí na obrázku by malo byť pobrežie a na pobreží človek, ktorý zapaluje zápalnú šnúru, vedúcu pod vodou až k míne, ktorú sme akoby umiestili pod loďou.

Zápalnú šnúru nakreslíme až potom my takým spôsobom, ako pri predchádzajúcom pokuse, t. j. nasýteným roz-

tokom liadku, čo však na obrázku nevidno, lebo čiara je už suchá. Čiaru robte tak, aby nebola príliš tenká.

Na mieste, kde má byť mína, prilepte jednu kapsľu. Takú, čo sa dáva do detskej kapsľovky. Alebo namiesto kapsle môžete použiť aj trocha traskavej ortuti. Robte to tak, že kapsľu umiestite na rube papiera, prilepíte ju škrobovým lepidlom, takže keď ukazujete kresbu, prítomní nič nezbadajú.

Keď budete chcieť, obrázok môže vyzerat' veľmi mierumilovne. Podľa toho, ako sa vám ho podarí nakresliť.



Obr. 33. „Podmínovanie“ lode

Keď potom priložíte žeravý koniec zápalky k zápalnej šnúre na nábreží, šnúra začne horieť. Oheň bude postupovať až k míne, ktorá exploduje a vyhodí do vzduchu podmínanú časť lode.

Pokus 31

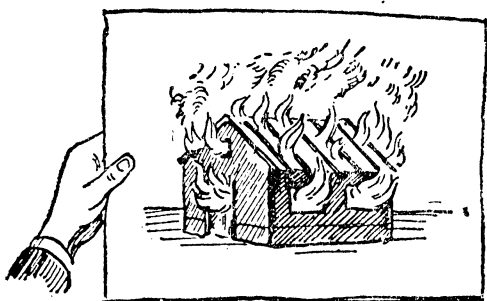
Horí! Dom horí!

Nejeden raz ste videli v kine snímky strašných požiarov, ktoré pohlcovali domy, celé dediny, mestské štvrte, alebo aj obrovské plochy lesných porastov. Určite viete, že pre jeden film nik požiarom nezničil takéto obrovské hodnoty. Sú to všetko zábery drobných modelov, horiacich vo filmových ateliéroch. Na filmovom plátne však tieto zábery vyzerajú, ako keby boli nafilmovali skutočný požiar.

Skúsime teraz v našom laboratóriu pripraviť všetko potrebné k tomu, aby sme mohli aj my v „našom filmovom ateliéri“ nafilmovať „naozajstný“ požiar. Prirodzene, že náš model bude veľmi jednoduchý a skromný. Dúfam, že to považu-

jete aj vy za rozumné a budete pre začiatok spokojní i s takým modelom, lebo sme si ešte nemohli obstaráť filmovú kameru, ba zatiaľ nemáme v našom filmovom ateliéri nič, len chuť pobaviť sa filmovaním.

Hustým roztokom liadku nakreslite na kus papiera dom. Použijete štetec alebo kúsok drievka. Čiary, ktoré nakreslíte, musia byť totiž dostatočne hrubé. Pero sa pre takúto prácu nehodí. Dvere a okná nakreslite škrobom alebo nejakou inou organickou zlúčeninou, ako napr. arabskou gumou, kaučukom alebo cukrom.



Obr. 34. Scéna požiaru v našom „filmovom ateliéri“

Dvere a okná pospájajte medzi sebou tenkými čiarami. Celú kresbu, kým je ešte mokrá, posypte práškovým chlorečnanom draselným. Papier potom zľahka otraste, aby prebytočný prášok chlorečnanu draselného odpadol. Kresbu nechajte vysušiť.

Keď je už nákres suchý, môžeme začať predviesť scénu požiaru domu v našom filmovom ateliéri.

Priložíme žeravý koniec zahasenej zápalky k niektorému miestu na tých čiarami, ktoré sme urobili roztokom liadku. Plameň sa rýchlo rozšíri po kontúrach domu a za chvíľu už bude celý dom v plameňoch. Keď potom kvapneme kvapku kyseliny sírovej na ktorékoľvek miesto potreté škrobom alebo cukrom, vzbĺkne fialový plameň. Tento fialový plameň sa rýchlo rozšíri po všetkých čiarami, zachváti dvere aj okná a bude vyrážať cez okná práve tak, ako plamene naozajstného požiaru. O chvíľu bude celý papier v plameňoch a prítomní nakoniec zazrú už iba nakreslenú konštrukciu zhoreného domu.

Režisér dá pokyn zastaviť kameru — scéna je nafilmovaná.

Aká je chemická podstata tejto filmovej scény požiaru?

Liadok zásobuje kyslíkom uhlík nachádzajúci sa v papieri, a tým podporuje jeho horenie. Kyselina sírová rozkladá chlorečnan draselný, čím sa vytvára kyselina chlórna. Táto kyselina zásobuje taktiež väčším množstvom kyslíka uhlík z organických látok, ktorými sme nakreslili dvere a okná, a tak urýchlňuje jeho spaľovanie.

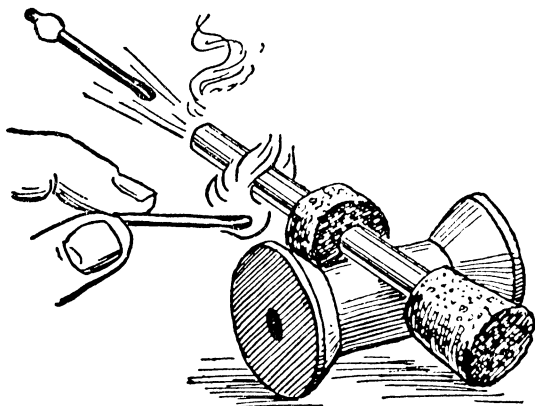
Pokus 32

Pál!

Naše domáce delostrelectvo môžeme posilniť ešte jednou zbraňou.

Lafetu dela urobíme celkom jednoducho z drevenej cievky (z niti) a dvoch korkových zátok. Prípadne možno použiť iba jednu väčšiu zátku. Kolesá dela — to bude cievka. Na ňu priviažeme korok drôtom tak, aby sa pri pohybe vliekol za cievkou medzi „kolesami“. Časť korku bude zdvihnutá, časť sa má vliecť po zemi.

Keď budete chcieť urobiť dokonalejšiu lafetu dela, urobte si ju celú z dreva, alebo použite nejaké časti zo staršej hračky.



Obr. 35. „Delo“ v izbe

Cez zátku prevlečieme tenkú sklenú rúročku. Spodok rúročky utesníme pečatným voskom. Z druhého konca vložíme do rúročky zápalku, ktorá takmer vyplní jej horný koniec. Aj okolo zápalky kvapneme trocha vosku, aby nám utesnil aj horný koniec rúročky.

Delo je hotové. Váš mladší brat vám bude zaručene poďačný za takúto jednoduchú a lacnú hračku. Len mu ju prosím vás nenechávajte na hranie, keď je sám, bez vášho dozoru!

Keď máme delo už aj nabité, môžeme dať povel: páľ! Zapálite jednu zápalku a jej plameňom zohrievate presne to miesto rúročky, kde sa nachádza hlavička zápalky. Lepšie bude, ak do rúročky vložíte voskovú zápalku.

Vplyvom tepla sa zápalka v rúročke zapáli. Horením vzniknú v utesnenej rúročke plyny, ktoré vyvinú dostatočný tlak na to, aby z nej — ako náboj — vymrštili zapálenú zápalku.

Pokus 33

Sopka v činnosti

Chcete vidieť vo vašej záhrade erupciu sopky?

Dajte do hlineného hrnčeka, alebo šálky túto zmes: 12 dielov hliníka, 12 dielov dusičnanu strontnatého, 12 dielov dusičnanu draselného, 2 diely uhoľného prachu, 2 diely síry a 5 dielov cukru.

Hrnček vyneste na balkón alebo ešte lepšie, do záhrady. Postavte ho na kôpku kamenia alebo hliny. Hlinou ho pekne dookola zasypte, až po horný okraj. Urobte to tak, aby bol hrnček celkom schovaný. Má to vyzerať ako sopka, ktorej kráterom bude otvor hrnčeka.

Keď potom končekom vašej sklenej paličky — veľmi opatrne a zďaleka — kvapnete kvapku kyseliny sírovej do zmesi v hrnčeku, nastane náhla erupcia vašej sopky. Z krátera vyšľahne žiarivý prúd iskier jasnočervenej farby.

Ak tento pokus uskutočníte podvečer, dosiahnete veľmi pekný a pôsobivý efekt.

Blesky v izbe

Tí členovia nášho fotokrúžku, ktorí by si chceli urobiť nejaké zábery v izbe, potrebujú veľa jasného svetla, aby sa snímky podarili. Žiarovky, ktoré by sme si mohli obstaráť, majú najviac 100 alebo 200 W a tie nám nedajú toľko svetla, aby sme mohli fotografovať pri krátkom osvite. Preto sa posilujeme v našom chemickom laboratóriu kolegov-fotografistov zásobiť zápalnou zmesou, ktorá osvetlí miestnosť tak, že sa bude pritom dať veľmi dobre fotografovať.

Toľko kryštálikov manganistanu draselného, koľko by sa zmestilo približne do jedného lieskového orieška, roztlačíme na drobný prášok. K tomuto prášku pridáme rovnaké množstvo práškoveho horčika. Miešame veľmi opatrne slepačím pierkom, bez najmenšieho pritlačenia, aby nám zmes nevybuchla.

Z tejto zmesi vezmeme časť — nie viac ako za jednu fazuľku a položíme ju na kúsok plechu. Pridáme ešte trocha síry.

Zmes zapálime rozžeraveným koncom ihly na pletenie, alebo aj kúskom drôtu. Buďte opatrní a nepribližujte sa ku zmesi! Ihlu držte v natiahnutej ruke, a tak zmes zapáľte!

Žiara! Ako blesk! Ak ste stihli otvoriť objektív fotoaparátu — budete mať film výborne osvetlený a nemusíte veru pochybovať o kvalite snímky.

Zmes sa dá však zapáliť aj pomocou zápalnej šnúry, ktorú si tiež sami pripravíte.

Je to zápalná šnúra zhotovená z papiera, ktorý namočíte do dusičnanu draselného. Nastriháte si pásiky pijavého papiera a namočíte ich do roztoku dusičnanu draselného rozpusteného vo vode. Stačí, keď naberiete dusičnan draselný na hrot noža a necháte ho rozpustiť v niekoľkých mililitroch vody.

Keď potom pásiky pijavého papiera uschnú, môžete ich použiť ako zápalnú šnúru. Jeden koniec priložíte k zápalnej zmesi a druhý podpálite zápalkou.

Práca s takouto zápalnou šnúrou je celkom bezpečná a pohodlná, lebo keď už zápalná šnúra horí, máme dosť času odtiahnuť sa od zápalnej zmesi a aj naši fotoamatéri sa môžu pripraviť na fotografovanie.

Takto kedysi pomenovali jeden druh zapaľovača, ktorý sa veľmi rozšíril v čase, keď nebolo dosť zápaliek. Tento zapaľovač sa vyrábal podľa princípu horáka, ktorý vynášiel v roku 1805 chemik Chansel (šansel).

My sa pokúsime podľa jeho vzoru vyrobiť v našom laboratóriu Chanselove zápalky.

Pripravíme si zmes z 30 dielov chloridu draselného a 10 dielov sírneho kvetu. Túto zmes ešte treba doplniť nejakým lepidlom, ktoré by ju viazalo.

Do získanej masy namočíme drevka natreté sírou. Keď sa masa vysuší, máme naše zápalky hotové.

Tieto zápalky sa zapaľujú tak, že sa ich hlavičkou dotkneme azbestu, ktorý je namočený v koncentrovanej kyseline sírovej. Kyselinu s azbestom máme v dajakej malej fľaštičke.

Prečo potrebujeme práve azbest? Možno, že vám to nie je celkom jasné.

Ako viete, azbest — to sú vlastne minerálne vlákna, ktoré nehoria. A pretože nehoria, v našom prípade znemožňujú priveľmi vzblknúť plameňu, ktorý vznikne pri zapálení Chanselovej zápalky.

Ale aj tak pracujte pri tomto pokuse veľmi opatrne. Dbajte na to, aby ste mali zápalku ďaleko od tela, a najmä ďaleko od očí!

3. Oheň

Rozprávania vo chvíľach oddychu

Vladimír Korolenko v jednej svojej črte zo Sibíri píše: „V jeden pochmúrny jesenný večer som sa plavil po nevľúdnej sibírskej rieke. Zrazu pred nami, za ohybom rieky, pod temnejúcimi horami zableskol oheň.

Zažiaril jasno, silno, celkom blízko...

Chvalabohu — povedal som natešený — blízko je náš nocľah!

Vesliar sa obrátil, pozrel ponad rameno na svetlo a začal znova apaticky veslovať.

— Ďaleko!

Neveril som mu. Svetlo bolo celkom blízko pred nami. Veľmi sa vynímalo v hlbokkej tme. Ale môj vesliar mal pravdu; ukázalo sa, že oheň bol skutočne ďaleko.

Svetlá v noci majú tú osobitnú vlastnosť, že sa akosi približujú a víťaziac nad tmou, vlastne klamú a mámia ľudí svojou zdanlivou blízkosťou. Zdá sa, ako keby len dva-tri razy stačilo zabráť veslom — a cesta končí... a v skutočnosti — cieľ je ešte veľmi ďaleko.

Potom sme sa ešte veľmi dlho plavili po rieke tmavej ako atrament. Rokliny a skaliská sa dvíhali nad vodou, vztýčovali sa a opäť mizli, zostávali za nami a strácali sa v nekonečných diaľkach. A svetlo zostávalo aj naďalej pred nami, blikajúc a mámiac — stále blízko a stále rovnako ďaleko...

Tá túžba po ohni, po jeho svetle a teple, po oddychu a pohodlí, ktoré oheň vniesol do života človeka, túžba, ktorá sa zmocnila aj Korolenka, unaveného cestovateľa na sibírskej rieke, napĺňala už v dávnomveku dušu človeka v jeho chladnej kamennej jaskyni.

Videl hrôzy spôsobené ohňom pri výbuchu sopiek, Videl ničivosť ohňa pri lesných požiaroch. Báľ sa ohňa a uctieval ho. Videl v ňom božstvo, videl v ňom dobro i zlo súčasne. A keď sa napokon ohňa zmocnil, pripadalo mu to tak, ako keby ho bol ukradol, ako keby bol ukradol tú najdôležitejšiu zbraň pre svoj boj so silami prírody.

Takto sa aj zachovala v gréckej a rímskej mytológii povesť o Prometeovi, ktorý ukradol bohom oheň, aby ho potom odovzdal ľuďom. Prometheus, syn titana Japeta, mal poverenie strážiť nebeský oheň. Raz urobil z hliny človeka. Aby ho oživil, ukradol Prometheus oheň a doniesol ho svojmu hlinenému výtvoru. Preto sa na Prometea rozhneval najstarší boh Zeus a poslal boha Hefaista, aby ho potrestal. Hefaiosťos, ktorý bol vynikajúcim kováčom, prikoval Prometea na skalnatú stenu Kavkazu. Tam Prometeovi každý deň vytrhával orol pečeň, ktorá mu vždy cez noc znova narástla. Z múk ho vyslobodil až grécky hrdina Herakleitos. Orla zabil, a tak vyrovnal dlh ľudstva voči darcovi ohňa — Prometeovi.

A keď už človek oheň mal, staral sa oň, opatroval si ho a dával pozor, aby mu nevyhasol. Spomienka na tento odveký strach človeka, aby nezostal bez ohňa, zachovala sa napr. vo zvyklostiach starého Ríma. Vo dne v noci udržiavali oheň na oltári bohyně Vesty, ktorá bola bohyňou domáceho kozuba (ohňa). Dievčatá zo starých rímskych rodín, ktoré sa starali o udržiavanie ohňa, nazývali vestálkami. Preukazovali im veľkú úctu. Mali dokonca aj také právo, že mohli omilostiť odsúdeného, keď ho stretli cestou na popravisko. Ale keby sa bolo niektorej prihodilo to, že jej oheň zhasol, bolo to také ťažké previnenie, že musela byť za živa pochovaná.

V dávnych časoch ľudia prenášali oheň z jedného miesta na druhé pomocou žeravých uhlíkov. Ba ešte celkom „nedávno“, povedzme tak pred sto rokmi, zapáľovali oheň veľmi namáhavým spôsobom; pomocou ocieľky, kremeňa a práchna. Pravda, začiatkom XVIII. storočia ľudia už poznali fosforové zápalky. Nedali sa však použiť, lebo fosfor sa zapáľoval sám od seba. Tomu sa pokúšal zabrániť jeden taliansky chemik, ktorý namáčal hlavičky do skla, aby sa samé nezapaľovali. Keď sa sklený obal rozbil, dala sa zápalka zapáliť. Lenže používanie týchto zápaliek sa tiež nemohlo veľmi rozšíriť. Niekedy sa sklo rozbilo samo; preto používanie zápaliek bolo veľmi neisté.

Keď sa neskôr podarilo vyrobiť prvé zápalky s hlavičk-

kami z chlorečnanu draselného a sírnika antimonitého, ktoré sa museli trieť medzi dvoma papiermi olepenými hrubým pieskom — to už bol na vtedajšiu dobu veľký pokrok. Tieto zápalky dostali meno „lucifer“. Vynašiel ich jeden anglický lekár r. 1827.

A predsa sa mohli zápalky začať bežne používať až po r. 1870, keď vynašli tzv. švédske zápalky s hlavičkami vyrobenými z chlorečnanu draselného, dvojchrómanu mínia, sírnika antimonitého a lepku. Na škatuľkách bol náter červeného fosforu, pyritu, skleného prášku a lepku.

Veľa času uplynulo odvtedy, kým človek prešiel od ohňa v prírode až k prvej zápalke. Potom potreboval ešte sto rokov na to, aby od prvej zápalky dospel k takej, ktorá sa už mohla rozšíriť do každého domu. Zložité a ťažké boli cesty, ktorými postupovala veda v boji s poznávaním. Súčasné pokolenie však teraz zbiera plody niekdajších i terajších výsledkov vedeckého pokroku a zanecháva zároveň budúcim generáciám veľké dedičstvo a široké možnosti ďalšieho napredovania.

Pokus 36

„Menej uhlia — lepší oheň“

Medzi veľkým množstvom „zázračných“ preparátov, ktorými rozliční šarlatáni a podvodníci klamali kedysi nevedomý svet, bol istého času v móde aj „najnovší prostriedok na posilňovanie plameňa a úsporu uhlia“.

Bol to akýsi biely prášok. Keď sa hodil do ohňa, plameň bol väčší, pričom dostal žltú farbu.

A ľudia prášok kupovali, lebo si mysleli, že takto ušetria uhlie.

No veru neušetrili ani uhlie, ani peniaze. Plameň jasno-žltej farby síce šľahal vysoko, ale v izbe teplejšie nebolo.

„Zázračný“ prášok mali vlastne doma všetci ľudia. Práve tak, ako ho máte doma aj vy. Nebolo to nič iné, ako celkom obyčajná kuchynská soľ!

Urobte si taký pokus sami. Kuchynská soľ, to je chlorid sodný, ktorý zafarbí plameň na žltú. Takúto vlastnosť majú všetky zlúčeniny, ktoré obsahujú sodík.

A práve to nám umožňuje určiť, či sa sodík v nejakej látke nachádza. Stačí vložiť trocha skúmanej látky do bezfa-

rebného plameňa plynového Bunsenovho kahana. Ak látka obsahuje čo i len nepatrné množstvo sodíka, plameň sa zafarbí na žltó.

Ako však vložiť do plameňa nejakú, napríklad práškovú látku?

Azda by to mal byť pre nás problém?

Verím, že nie! Treba si pomôcť takým predmetom, ktorý pri zahrievaní plameň nezafarbí. Nehodí sa na to napríklad sklená tyčka, lebo sklo obsahuje sódu a Glauberovu soľ. Keď sa sklo zohreje a začne roztápať, zafarbí plameň na žltó, lebo obsahuje aj sodík. Ihla na pletenie tiež nebude vyhovovať. Aj tá by nám plameň nejako zafarbila a okrem toho ju môžeme takto celkom pokaziť, pokriviť, alebo by mohla neskôr zhrdzaviť.

Najlepšie by poslúžila platinová palička. To je však priveľmi drahé zariadenie pre naše laboratórium. Preto bude najvhodnejšie, keď použijeme paličku z kysličníka horečnatého. Sú to také biele paličky a možno ich kúpiť aj v obchode. Pre naše pokusy majú všetky potrebné vlastnosti, lebo sa neroztopia ani v najhorúcejšom plameni plynového kahana a plameň ani trochu nezafarbí.

Paličku najprv zohrejeme nad plameňom a ponoríme ju do tej látky, ktorú chceme vyskúšať. Na horúcu paličku sa nám prílepia častice tejto látky. Potom dáme paličku znova nad plameň a pozorujeme. Ak sa plameň zafarbí intenzívne na žltó, znamená to, že látka obsahuje veľa sodíka.

Takýmto spôsobom môžeme zistiť i celkom nepatrný obsah sodíka v hocijakej látke. Veď aj 0,000 000 07 miligramu sodíka ešte trochu zafarbí plameň na žltó.

Pokus 37

Dôležitý spolupracovník každého chemika

Vo všetkých chemických laboratóriách na svete nájdete jedného prvotriedneho pomocníka, bez ktorého si skutočne nevieme predstaviť žiadne laboratórium.

Aký je to pomocník?

Plameň.

Niektoré z tých služieb, ktoré nám plameň robí, ste už spoznali a s mnohými ďalšími sa ešte oboznámite. O jednej jeho službe sme hovorili aj v predchádzajúcom pokuse.

Podľa farby plameňa, pravda, neskúmame len prítomnosť sodíka v určitej látke. Túto metódu môžeme používať aj pri zisťovaní prítomnosti iných prvkov v jednotlivých zlúčeninách.

Napríklad draslík farbí plameň na fialovo, od lítia dostáva plameň karmínovočervenú farbu.

Zlúčeniny, ktoré obsahujú vápnik, farbía plameň na tehlovočervenú farbu.

Zlúčeniny bária horia zeleným až žltozeleným plameňom.

Zlúčeniny medi horia zeleným alebo belasým plameňom.

Sodík je v prírode veľmi rozšírený a vyskytuje sa takmer vždy spolu s rôznymi inými látkami. Pretože horí veľmi jasným žltým plameňom, treba, aby sme nejakým spôsobom vyľúčili pri našom pozorovaní žltú farbu, ak chceme pomocou plameňa skúmať prítomnosť iných prvkov v nejakej látke.

To možno urobiť napríklad pomocou belasého kobaltového skla. Keď pozeráme do plameňa cez takéto sklo, napr. pri horení draslíka, sklo pohlcuje žlté odtiene horiaceho sodíka, ktorý sa tiež nachádza v tejto látke. Belasé sklo prepúšťa len fialové, prípadne červené lúče horiaceho vápnika.

Ak nemáme pravé kobaltové sklo, celkom dobre nám poslúži aj sklo z fľaše belasej farby alebo pohár, naplnený rozriedeným belasým atramentom.

Pokus 38

Bengálsky oheň

Bengálske ohne! Teraz už vlastne ani nie sú pre nás žiadnou hádankou. Od čias nášho detstva až donedávna sa nám mohli zdať čarovne krásne a tajomné, ako ohne z tančov víl. Po doterajších našich pokusoch, ktoré sme robili pri spaľovaní, pri skúmaní, akú farbu plameňa majú niektoré látky, keď horia, vieme už, čo to vlastne ten bengálsky oheň je.

Ba, teraz už celkom dobre vieme aj to, ako si môžeme pripraviť bengálsky oheň aj my sami v našom laboratóriu. Predovšetkým musíme získať nejakú látku, ktorá dobre horí veľkým plameňom. Najčastejšie nám poslúži zmes chlorečnanu draselného, síry a uhoľného prachu.

K tejto ľahko zápalnej zmesi potom pridáme látky, ktoré zafarbía plameň peknými pestrými farbami. Keď chceme mať žltú farbu, pridáme sódu, alebo soľ; zelenú farbu dostaneme

vtedy, keď pridáme chlorid bárnatý, dusičnan bárnatý, kyselinu bórnú. Červenú farbu získame pridaním chloridu strontnatého alebo dusičnanu strontnatého. Na belaso nám zafarbí plameň amoniak a kysličník meďnatý.

Pokus 39

Osvetľovači javiska

Priatelia, ktorí pracujú vo fyzikálnom laboratóriu, požiadali nás chemikov, aby sme im v našom laboratóriu vyrobili rôznofarebné osvetlenie, ktoré potrebujú na osvetľovanie javiska bábkového divadla.

My sme, pravda, ochotní túto ich objednávku prijať. Vynasnažíme sa dodať im také materiály, ktoré budú horieť plameňmi rozličných farieb. Ako získame rozličné farby svetla, to sme sa dozvedeli už v predošlom pokuse. V tomto prípade si však musíme pripraviť takú horľavinu, ktorá nielen vzblkne a hneď aj zhorí, ako to býva pri bengálskom ohni, ale horí dlhšie.

My sme dokonca ochotní pripraviť aj špeciálne malé lampičky, ktoré spotrebujú veľmi málo horľavej látky, hoci to by vlastne mala byť ich starosť — veď oni sú fyzici. Takéto lampičky by si mali skonštruovať i vyrobiť sami.

Nájdeme peknú, nepoškodenú orechovú škrupinu, alebo si otvoríme orech sami tak, že škrupinu rozdelíme na dve polovičky. Uprostred vrchnej polovice prevrtáme malú dierku šidlom, klincom, alebo ihlou na pletenie. Cez dierku potom prevlečieme knôt — t. j. nejakú bavlnenú šnúрку.



Obr. 36. Miniatúrna lampa

Keď potom spodnú škrupinu naplníme horľavinou a obe škrupiny spojíme, máme lampu hotovú. Musíme len dávať pozor na jedno: lampá nesmie byť úplne naplnená horľavinou.

A teraz si už môžeme povedať niečo o príprave horľaviny.

Keď chceme mať žlté svetlo, vezmeme 35 g liehu a 9 g soli, ktorú v liehu rozpustíme. Ak takýto roztok nalejeme na tanier a zapálime, tváre všetkých prítomných v izbe budú mať strašidelnú žltú farbu.

Keď sa má nejaká scéna odohrávať podvečer a my potrebujeme napodobniť krvavé lúče zapadajúceho slnka, zapálime zmes 35 g liehu a 10 g sírnika ortuťnatého.

Na pripravenie raňajšej scény, keď je pred východom slnka všetko zaliate belasými farebnými tónmi, pridáme do 35 g liehu 8 g dusičnanu olovnatého.

Oranžové svetlo nám dodá 10 g chloridu vápenatého a 35 g liehu.

Večerné osvetlenie, smaragdovozelené, karmínovočervené alebo fialové, získame takto: z 35 g liehu a 10 g dusičnanu meďnatého, budeme mať svetlo zelenej farby; 10 g chloridu stronťnatého v 35 g liehu poskytne svetlo červenej farby; fialové svetlo dostaneme tak, keď v trochu vody pripravíme roztok chlorečnanu draselného a tento roztok potom nalejeme do liehu.

Pokus 40

Záhľadné svetlo v skúmavke

Urobme si teraz — keď už robíme rôzne pokusy so svetelnými efektmi — aj jeden zaujímavý pokus, pri ktorom dosiahneme neobyčajne žiarivé svetlo. Vzniká v skúmavke v tom okamihu, keď sa zlúčia dve chemikálie, a to roztok kuchynskej soli s kyselinou chlorovodíkovou.

Do skúmavky — alebo inej sklenej nádoby cylindrického tvaru — nalejeme nasýtený roztok kuchynskej soli a k tomuto roztoku potom pridáme určité množstvo kyseliny chlorovodíkovej.

Keď tieto dve kvapaliny prudko premiešame, objaví sa v nich krásne zelenobelasé svetlo, prenikajúce celou skúmavkou.

Tekutiny musíme do skúmavky nalievať veľmi pozorne. Tak, aby sa pri nalievaní nepomiešali. Zo začiatku musia zostať v skúmavke jedna nad druhou. Preto musíme liať kyselinu chlór vodíkovú opatrne — na stenu skúmavky, aby po nej pomaličky stekala a šírila sa len po povrchu roztoku kuchynskej soli. Keď máte takto skúmavku pripravenú — stačí ňou poriadne potriať. Hneď sa v nej objaví oslepujúce svetlo.

Namiesto chloridu sodného, t. j. kuchynskej soli, môžete použiť aj bromid draselný alebo chlorid draselný. Práve tak, ako kyselina chlór vodíková, vám poslúži aj lieh.

Pokus 41

Iskry bez ohňa

Iskry bez ohňa? — možno, že sa vám to ani celkom nepozdáva.

A predsa o chvíľu uvidíte, že je to maličkosť pre naše laboratórium. Som presvedčený, že aj po tomto pokuse si sadnete ihneď za stôl, aby ste si čím skôr zapísali tento pokus do laboratórneho denníka.

No tento pokus predsa len urobíme vonku — hoci pred dvermi nášho laboratória.

Poskladáme list staniolu. Tak, ako keď skladáme napísaný list, aby sme ho mohli vložiť do obálky. Doprostred zloženého staniolu dáme trocha dusičnanu meďnatého, ktorý sme predtým pomiešali s vodou a pripravili sme si z neho hustú masu.

Rýchlo a dobre zabalíme masu dusičnanu meďnatého do staniolu a urobíme z neho guľku. Musíme to robiť tak, aby v guľke zostalo čo najmenej vzduchu. Potom guľku vložíme do hlinenej nádoby.

O chvíľu uvidíme, ako sa na našej guľke začínajú objavovať drobné pukliny a ako cez ne prenikajú von pary dusíka. Guľka sa rýchlo zohrieva a naraz začne vrhať na všetky strany jasné iskry horiaceho staniolu.

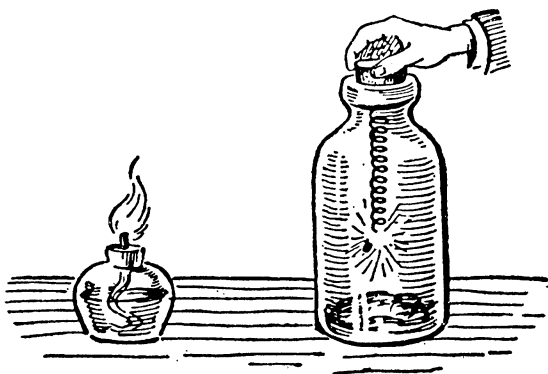
Dusičnan meďnatý, ktorý má silné oxidačné účinky, vyvolal rýchlu oxidáciu staniolových lístkov, alebo inak povedané — zapríčinil horenie staniolu.

Ohnivá špirála

Oviňte celkom tenký medený drôtik okolo ceruzky tak, aby ste mali z neho peknú špirálu. Navrhňte svojim priateľom, aby špirálu zapálili. Požičajte im na to liehový kahan.

Samozrejme, že špirála nebude horieť plameňom. Podarí sa im zohriať iba koniec špirály — rozžeraviť ju, ale horieť veru nebude.

Vy ste si však medzitým vzali nejakú fľašu so širokým hrdlom (prachovku) a na jej dno ste dali trocha chloridu vápenatého, ktorý polejete hocijakou kyselinou.



Obr. 37. Keď drôt zahrejete, vložte ho do fľaše s chlór

Vo fľaši začne vznikať chlór v plynnom stave. Rozoznáte ho celkom ľahko podľa jeho zelenkastej farby. Môžete pozorovať, ako sa fľaša postupne naplňa chlórovým plynom. Chlór vytlača z fľaše vzduch, lebo je ťažší. Preto sa zo začiatku ani nedvíha hore a neuniká z fľaše. Až keď ho pribúda a naplňa fľašu, dvíha sa postupne hore smerom k otvoru fľaše.

Keď chlór zaplní fľašu, vezmete od vašich priateľov medenú špirálu. Jeden jej koniec pripevníte na širšiu doštičku, ktorá sa dá použiť ako zátka na uzavretie fľaše. Druhý koniec rozžeravíte nad plameňom liehového kahana. Potom

rýchlo fľašu s chlóróm zatvoríte tou zátkou alebo doštičkou, na ktorej je pripevnená špirála tak, aby špirála visela dnu, vo fľaši s chlóróm.

Medená špirála začne v plynnom chlóre horieť jasným plameňom. Pri tomto horení vzniká chlorid meďnatý.

Aj tento pokus robte vonku — na otvorenom priestranstve, lebo chlór je jedovatý. Pravdaže, nemusíte sa báť viac než treba. Vznikanie chlóru môžete veľmi ľahko kontrolovať, lebo ho vidno vo fľaši celkom dobre. Keby ste zbadali, že vám začína z fľaše unikať, jednoducho fľašu zatvoríte.

Dôležité je však jedno. Keď sa pokus skončí, musíte fľašu vyprázdniť a umyť vonku, a nie v miestnosti. Pri umývaní fľaše dávajte pozor, aby ste nedýchali plyn, ktorý je vo fľaši.

Pokus 43

Faraónove zmije

Veru, môžem vám povedať, že je skutočne zaujímavé pozerať sa, ako horia tzv. „faraónove zmije“.

Sú to vlastne valčeky kyanidu sírnoortutnatého. Takýto valček zapálite na jednom konci a necháte ho horieť. Horí veľmi pomaly. Pri horení sa valček postupne, čím ďalej, tým viac skrúca, ťahá, a nadobúda celkom zreteľne väčší objem než mal na začiatku. Pri tomto horení sa veľmi podobá na zvijajúcu a ťahajúcu sa zmiju.

Aj pokus s „faraónovými zmijami“ treba robiť na voľnom priestranstve. V miestnosti by sa nahromadili výpary, ktoré pri horení vznikajú. Rukami sa nesmieme dotýkať ani zvyškov, ktoré po horení zostávajú, lebo aj tie sú jedovaté.

Keďže sú tieto „faraónove zmije“ nebezpečné pre svoje jedovaté zlúčeniny ortuti, nebudeme ich používať, hoci sa niekde dajú aj kúpiť. Práve preto si chceme v našom laboratóriu vyrobiť také „zmije“, ktoré nebezpečné nie sú.

Do misky nasypeme 2 gramy dvojchrómanu draselného v prášku, jeden gram dusičnanu draselného a 3 gramy práškového cukru. Všetko dobre pomiešame — tak, aby sme získali zmes jednotnej žltkastej farby.

Pripravíme si tri malé vrecúška zo staniolu. Do každého z nich nasypeme jednu tretinu zmesi.

Jedno vrecúško položíme na nejakú starú dosku. Pripra-

víme si zápalný knôt z pijavého papiera namočeného v liadku. Na jednom konci knôt zapálime.

Pokus môžete robiť bez obavy aj v izbe.

Možno, že sa vám nepodari zmes zapáliť na prvý raz. Nebuďte nešťastní. Zapaľujte knôt aj viackrát — kým sa vám nepodari zapáliť zmes vo vrecúšku.

Keď už zmes horí, oheň sa šíri len veľmi pomaly. Necháva po sebe zelenkastý popol, ktorý akoby narastal a nadúval sa.



Obr. 38. „Faraónova zmija“

Buďme však k sebe úprimní! Táto naša „faraónova zmija“, ktorú sme si urobili v našom laboratóriu, sa podobá skôr na „faraónovu húsenicu“ než na zmiju.

Pokus 44

Fakír v našom laboratóriu

Ba, či ste už boli na takom predstavení, kde vystupoval skutočný fakír?

Veru, aj ja som kedysi s úžasom hľadel, ako fakír chodí bosými nohami po žeravom uhli, alebo ako drží v rukách kus žeravého železa.

Pravdepodobne ste si aj vy v duchu predstavovali, že tiež robíte to isté — také neobyčajné a na pohľad nemožné kúsky.

A keďže teraz máme stále dočinenia so všelijakými „žeravými“ pokusmi, skúsime aj my v našom laboratóriu upraviť naše ruky tak, že budú schopné znášať oveľa vyššie teploty, než sú tie, na ktoré sme zvyknutí, a ktoré zvyčajne vydržíme. No, s fakírmí sa však ešte nechystáme súťažiť.

Predbežne necháme fakírske umenie fakírom. My sa uspokojíme s takými chemickými pokusmi, ktoré nám dokážu, že aj tie najzáračnejšie a najneuveriteľnejšie kúsky, aké vidávame v cirkuse, alebo aj pri rôznych iných predstaveniach, že aj tie sa zakladajú na prírodných zákonoch, ktoré sa veda snaží objavovať a vysvetľovať.

Najprv si vo vriacej vode pripravíme nasýtený roztok kamenca. Roztok precedíme a necháme vychladnúť. Potom pridáme tekuté mydlo — toľko, aby vznikla mäkká masa, podobná nejakej pomáde.

A teraz sa už môžete odhodlať urobiť náš fakírsky kúsok.

Natrite si ruku touto pomádou a skúšajte ňou chytať teplé predmety.

Zacvičujte sa pomaly a opatrne. Začínajte najprv chladnejšími predmetmi. Postupne skúšajte chytať teplejšie a teplejšie predmety. O chvíľu zistíte, že ste schopní dotýkať sa predmetov oveľa teplejších, než chytáte vtedy, keď nemáte ruku natretú pomádou.

Na všetko sa treba pripraviť. Ani fakíri v cirkuse nerobia svoje kúzla bez predchádzajúcej prípravy a výcviku.

Pokus 45

Sopečný povrch Mesiaca v polievkovom tanieri

Teraz obohatíme naše laboratórium malým modelom mesačného povrchu s jeho sopečnými krátermi a dolinami. Samozrejme, že tento náš model dáme veľmi radi k dispozícii aj zemepisnému krúžku, ak nás o to jeho členovia požiadajú.

K príprave tohto modelu nepotrebujeme žiadne sochárske schopnosti. Nebudeme ho robiť ani z plastelíny, ani si nebudeme pripravovať formy a potom do nich odlievať reliéfy, ako to robievajú sochári vo svojich ateliéroch.

Celú robotu za nás urobí jediná chemická reakcia. Veď predsa my nie sme sochári, ale chemici!

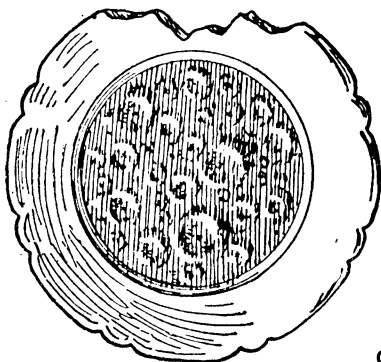
Vezmeme vyradený polievkový tanier a natrieme ho ten-

kou vrstvou masti alebo jedlého oleja. Potom nasypeme na tanier nerovnomernú vrstvu citranu horečnatého.

V nejakej inej nádobe rozrobíme vo vode jemnú, bielu, práškovú sadru. Dáme pozor, aby nebola riedka!

Potom prevrátime sadru z nádoby do taniera na citran horečnatý.

Čoskoro začne pod sadrou vriieť. Kysličník uhličitý začne prenikať cez sadru von, pričom necháva na povrchu menšie i väčšie sopečné krátery. Keďže sadra veľmi rýchlo tuhne, krátery, cez ktoré kysličník uhličitý unikal, si ponechávajú svoj vulkanický tvar.



Obr. 39. Vulkanický povrch Mesiaca

Celý povrch sadry v tanieri sa bude o chvíľu veľmi podobáť na vulkanický povrch Mesiaca.

A keď potom tento model vyfotografujete tak, že ho zboku osvetlíte prudkým svetlom reflektorov, dostanete snímku, ktorá sa bude neuveriteľne podobáť na snímku mesačného povrchu.

Kedysi dávno Impey Barbikan, Michal Ardan a kapitán Nicholl na svojej ceste okolo Mesiaca v strele premárnili svoju príležitosť. Ak oni vtedy povrch Mesiaca nevyfotografovali, hoci boli tak blízko, nepremárnite svoju príležitosť aspoň vy! Oni vtedy mali veľmi vážnu prekážku. V ich dobe totiž fotografovanie známe nebolo. Teda naozaj nemohli urobiť snímku mesačného povrchu.

Mesačné sopky v činnosti

Mali by ste chuť vyčarovať si aj dajakú snímku mesačných sopiek, ktoré sú v činnosti?

Stačí trochu pozmeniť predchádzajúci pokus. Do hlbšej porcelánovej misy dáme na dno dusičnan olovnatý a potom naň salmiak. Pary a prach, ktoré začnú o chvíľu vystupovať, vytvoria celkom peknú príležitosť urobiť snímku sopečnej erupcie na Mesiaci.



Obr. 40. „Mesačné sopky“ v činnosti

Pokus 47

Ešte jeden sopečný výbuch

Teraz však už nepôjdeme pozorovať vyhasnuté sopečné krátery na Mesiaci. Preskúmame radšej naše pozemské sopky v tom okamihu, keď sa chystá nová erupcia. Keď z nich začína vychádzať dym a para.

Vezmete 100 gramov železných pilín a 50 gramov sírneho kvetu. Do tejto zmesi nalejte teplú vodu — toľko, aby ste získali hustú kašu.

Zmes potom zakryte hlinou a kamienkami tak, aby vznikol pekný model skutočnej sopky. Prirodzene, že na vrchu urobíte kráter. Pomocou drevka urobíte dieru v kráteri tak, aby diera siahala až po zmes, ktorú ste zakryli hlinou.

O 10 až 20 minút, začne sopečná činnosť. Z krátera začnú vystupovať pary a váš hlinený kopec sa premení na sopku, nad ktorou sa bude vznášať typická sopečná čiapka. No, ku skutočnému sopečnému výbuchu nedôjde, lebo z krátera sopky láva nepotečie.



Obr. 41. Sopečná „čiapka“

Čo sa vlastne odohráva v útrobach našej sopky? Síra a železo sa začnú zlučovať na sírnik železnatý. Pri tejto chemickej reakcii sa vyvíja taká teplota, že voda — ktorou sme poliali železné piliny a sírny kvet — začne sa vyparovať.

Pokus 48

Strelný prach

Spomínam si ešte aj dnes na svoju netrpezlivosť, s ktorou som kedysi v našom laboratóriu očakával deň, keď si budeme pripravovať strelný prach. Predpokladám, že aj vy ste práve tak netrpezliví, ako sme boli kedysi my. A preto, aby sme to neodŕahovali — začnime s týmto pokusom už dnes a hneď.

Oheň od vekov priťahoval človeka. A predovšetkým ten, ktorý je takým zázračným spôsobom skrotený a spútaný, ako

je oheň skrytý v strelnom prachu. Veď vlastne strelný prach vyzerá na prvý pohľad celkom obyčajne a nezdá sa byť zaujímavý. A predsa z neho môže ten skrytý oheň vzbĺknúť a zažiariť v zlomku sekundy.

Vezmeme 7,5 gramu dusičnanu draselného, 1,5 gramu dreveného uhlia a jeden gram síry. Každý z týchto materiálov musíme najprv rozdrviť na jemný prášok a len potom ich opatrne miešame v suchej plechovej nádobe. Zmes je tmavá ako uhlie. Preto sa aj niekde nazýva „čierny prach“.

Vezmite trochu tejto zmesi na hrot noža a zohrejte ju na kúsku porcelánu. V zlomku sekundy vzbĺkne červeným plameňom, ktorý sprevádza veľké mračno bieleho dymu. Nezažijete však žiadny výbuch. Tentoraz to bude nehlučné.

No keby ste zmes zapálili v zatvorenej nádobe, vybuchla by. Čo myslíte, prečo?

Pokus 49

Prach, ktorý znáša vlhkosť

Viete veľmi dobre, že strelný prach vlhkosť neznáša. My sa však pokúsime vyrobiť v našom laboratóriu taký strelný prach, ktorý môže byť aj troška navlhnutý, a predsa nestratí výbušné vlastnosti.

Vezmite 7,5 gramu dusičnanu sodného, 1,5 gramu uhlia a jeden gram síry. Pripravujte zmes presne tak, ako pri predchádzajúcom pokuse. Takto pripravený strelný prach môže byť aj trochu vlhký, lebo dusičnan sodný je hygroskopický (naberá vlhkosť).

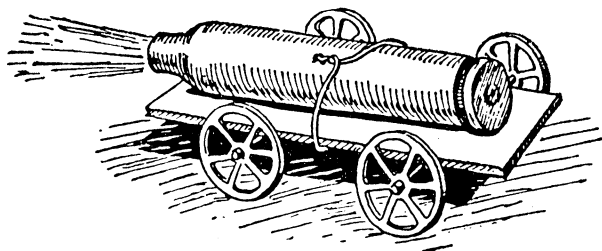
Pri pokusoch so strelným prachom nepoužívajte nikdy väčšie množstvo tohto prachu, než je obsah jednej malej fazuľky. Spaľujte ho vždy na porcelánovej doštičke.

Pokus 50

Naše raketové auto

Dúfam, že vám nemusím vysvetľovať, že na aute, ktoré si sami vyhotovíme v našom laboratóriu, sa nebudeme môcť voziť po meste. Bude príliš malé na vozenie, ale predsa len bude dostatočne veľké na to, aby sme ním znázornili podstatu raketového pohonu.

Predovšetkým potrebujeme nejakú starú, vyradenú hračku, ktorá sa podobá na autíčko. Môže to byť hocijaký vozík, alebo aspoň niečo také, čo má štyri kolesá. Dôležité je len to, aby boli kolieska v poriadku. Najlepšie, keby sa vám podarilo nájsť takúto hračku z hliníka, aby bola čo najľahšia.



Obr. 42. Naše raketové auto

Ďalej ešte musíme hľadať starú použitú nábojnicu z vojenskej pušky alebo guľometu. Keď takúto nábojnicu nájdete, dobre pozrite, či má naspodku priehlbinku od úderníka. Keby takúto stopu po úderníku nábojnica nemala, nesmiete ju v žiadnom prípade použiť, lebo je v nej ešte nevybuchnutá rozbuška. A to je vlastne veľmi nebezpečná výbušnina z traskavej ortuti.

Nábojnicu potom umiestite na autíčko a tam ju dobre pripevníte drôtom. Teraz je už naše auto hotové.

Ba, ešte nám zostáva jedna robota — pripraviť palivo.

Do obyčajného auta sa dáva ako pohonná látka, benzín. To zaiste všetci dobre viete. V našom raketovom aute budeme používať tuhé výbušné látky. Ako zdroj energie nám poslúži zmes chlorečnanu draselného a cukru. Vezmeme rovnaké množstvo jednej aj druhej látky a veľmi opatrne ich pomiešame v plytkej miske slepačím alebo husacím pierkom. Keby sme zmes pritlačili, mohla by explodovať!

Aby ste mohli kontrolovať, či je zmes dobre premiešaná, môžete do nej hneď na začiatku nastrúhať žiletkou trocha drevného uhlia. Keď potom má zmes už rovnomernú sivú farbu, vieme, že je dostatočne premiešaná.

Teraz už môžeme naplniť nábojnicu našim „palivom“ — ale skutočne veľmi opatrne, bez najmenšieho pritlačenia alebo úderu! Otvor nakoniec zapcháme zožmoleným pásikom papiera.

Auto potom postavte na rovnú podlahu a zapáľte motor — to znamená, že zapálite pásik papiera, ktorý trčí z nábojnice. Potom rýchlo ustúpte niekoľko krokov dozadu.

Z nábojnice začne vyrážať dozadu silný ohnivý dážď a auto sa začne pohybovať po dráhe, na ktorú ste ho položili.

Nerobte tento pokus na parketách — iskry by ich mohli poškodiť.

Čo sa deje v nábojnici? Čo vlastne poháňa naše auto?

Kyslík z chlorečnanu draselného spáli cukor na kysličník uhličitý a vodné pary. Plyny, ktoré pritom vznikajú, zaberajú oveľa väčší priestor, než pôvodne zaberala zmes, ktorou sme nábojnicu naplnili. Preto plyny v nábojnici vyvíjajú tlak na všetky strany. Nábojnica má však otvor iba na jednej strane. Keďže tam plyny nenachádzajú veľký odpor, sila explózie sa sústreďuje len do jedného smeru. Takýmto spôsobom sa kolesá nášho auta dostávajú do pohybu opačným smerom.

A toto je podstata pohybu každej rakety.

4. Strelný prach a raketa

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Často sa tvrdí, že strelný prach vynášiel nemecký mních Berthold Schwarz (bertold švarc), ktorý začal v prvej polovici XIV. storočia odlievať delá z bronzu a dodával ich do Benátok.

Pravda je však aj to, že už v XIII. storočí písal slávny anglický vedec Roger Bacon (rodžer bejkn) vo svojom známom diele „Zázračný pokus“ o zmesi liadku, síry a uhlíka. Uvádza, že táto zmes „spôsobuje silnejšie hrmenie než skutočná búrka a vydáva jasnejšie blesky než skutočné blýskanie“.

Vtedy to bola naozaj novinka a niečo celkom neobyčajné aj pre takého vedca, ako bol Roger Bacon.

Ale kým sa v Európe aj najmúdrejší čudovali, že niečo také vôbec môže existovať, Číňania už dávno predtým takúto zmes poznali a používali ju aj na vojenské účely.

Rýchle horenie strelného prachu pri vzniku veľkého množstva plynu, urobilo zo strelného prachu strašný výbušný prostriedok, najmä však prostriedok na vystreľovanie nábojov z vojnových zbraní.

Jeden gram strelného prachu má objem približne 0,6 kubického centimetra. Pri horení z neho vznikne asi 280 kubických centimetrov plynu v tom prípade, keď má plyn teplotu nula stupňov Celzia a tlak jednu atmosféru. Plyny, ktoré vznikajú pri explózii strelného prachu, majú však teplotu až 2 700 stupňov Celzia a zaberajú preto priestor 470-krát väčší, než keby mali teplotu len nula stupňov. V okamihu explózie pôsobia plyny strelného prachu na svoje okolie tlakom vyše 1 000 atmosfér.

Strelný prach už nemá význam v modernej výzbroji armád, lebo v súčasnosti už poznáme veľmi veľa iných zápalných a výbušných látok, ktoré sú oveľa účinnejšie. Počas niekoľko minulých storočí však bol pôvodný strelný prach najrozšírenejším výbušným prostriedkom, aký sa na vojnové účely používal.

Kým v Európe v stredoveku plnili ešte delá strelným prachom, aby tlakom plynov vystreľovali delostrelecké náboje, v Číne ním už plnili raketové strely. Tieto strely — naplnené zápalnou látkou — strieľali na obliehané mestá. Boli to tzv. „horiace strely“, vystreľované pomocou lukov. Luk dával strele len smer, raketa však nosila strelu na podstatne väčšie vzdialenosti, ako by ich bola schopná vymrštíť ľudská ruka.

V XIII. storočí mali v Indii vyzbrojenú raketovými strelami celú jednu armádu. Boli to rakety z bambusu, naplnené strelným prachom. Na vtedajšiu dobu to bola strašná zbraň.

Skutočnú raketu sa podarilo skonštruovať až počas druhej svetovej vojny. Vtedy sa začali budovať raketové vojská, raketové strely a raketové lietadlá.

Po vojne sa rakety zdokonaľovali veľmi rýchlo. Začali sa vyrábať aj také, ktoré neslúžia len na vojnové účely. V súčasnosti rakety prenikajú do inak nedostupných vrstiev vzdušného obalu Zeme. Vybavené sú takými prístrojmi, ktoré dokážu vysieľať, alebo naspäť prinášať drahocenné údaje o atmosfére, jej zložení teplote a žiarení. Raketové lietadlá dosahujú nedávno ešte nepredstaviteľnú rýchlosť, veď už ďaleko prekonávajú rýchlosť zvuku. Prežívame dobu, keď sa začína naplňať to, čo pred rokmi opisoval ako fantáziu Jules Verne. Človek sa dostáva ďaleko od svojej planéty a chystá sa na ďaleké medziplanetárne lety.

Takéto lety umožňuje len vedecký pokrok v oblasti chémie a fyziky.

Čudné je čo len pomyslieť, že pôvod takéhoto vynálezu vznikol vynájdением bezvýznamnej hračky — ohňostroja, ktorý kedysi slúžil ľuďom iba pre zábavu. Ale to nie je ojedinelý prípad. K balónu sa ľudia dopracovali tak, že pozorovali mydlové bubliny. Papierový šarkan bol začiatkom cesty k vetroňu a lietadlu.

Vo vede nikdy neexistovali malé, bezvýznamné objavy. Vždy sa ukáže, že aj také, ktoré sa zdajú nepatrnými a zbytočnými, prinášajú nakoniec významné praktické výsledky a priaznivo ovplyvňujú pokrok ľudskej spoločnosti.

Založte oheň pomocou vody!

Že sa dá oheň hasiť vodou, to vieme. Ale, že voda môže oheň aj založiť — o také niečo sa len chceme pokúsiť v našom laboratóriu.

Otvorte si váš laboratórny denník a píšete! Pokus je celkom jednoduchý, no dôležitý. Preto si ho zaznamenáme práve tak, ako aj všetky ostatné.

Daj do plechovky od konzervy asi 200 gramov nehaseného vápna a zalej ho jednou lyžicou vody. Potom polož na vrch jeden pramienok strelnej bavlny.

Pozri sa na hodinky.

O desať minút sa ukáže obláčik a za ním sa začnú dvíhať husté pary. Vápno sa začne rozkladať. Skry sa!

Výbuch! Objavil sa aj malý plamienok. No, nič sa nemôže stať, lebo výbuch je celkom slabý. Ved' si použil iba jeden pramienok strelnej bavlny.

Čo to spomínate? Strelnú bavlnu? To meno odkiaľsi poznám — opýtajú sa niektorí z prítomných.

Hneď vám poviem. Odvetím vám však rovnako, ako odpovedal svojim poslucháčom Impey Barbikan predseda Gun-Clubu (gan-klub), t. j. delového klubu, keď ich oboznamoval s výbušninou, ktorou mienil naplniť svoju „Kolumbiádu“.

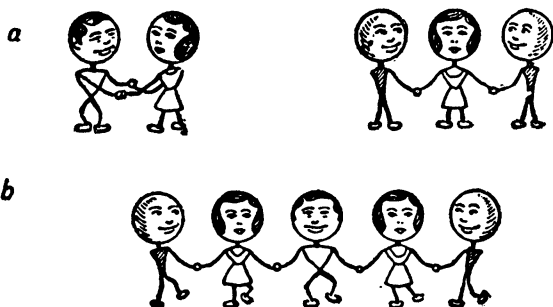
Tak teda, kým náš sekretár zaznamená do denníka priebeh nášho pokusu, vypočujeme si, čo rozpráva Barbikan o strelnej bavlně.

„Vyrába sa veľmi ľahko: bavlna sa namočí do koncentrovanej kyseliny dusičnej na pätnásť minút. Potom sa dôkladne vyperie v čistej vode. Periete dlho vo viacerých vodách. Po vypláchaní vysušíte — a to je všetko. Vzbĺkne pri 170 stupňoch Celzia a zhorí tak náhle, že ju môžete položiť aj na obyčajný strelný prach, ktorý sa pritom ani nestihne zapáliť. Strele však dáva rýchlosť štyri razy väčšiu, než jej môže dať strelný prach. Ak pridáme liadok v množstve osem desiatín váhy bavlny, jej výbušná sila sa mnohonásobne zväčšuje“.

Dokážete uvariť vajíčko bez ohňa — v studenej vode?

Čo sa vlastne odohrávalo pri našom predchádzajúcom pokuse? Prečo sa strelná bavlna zapálila a explodovala?

Vám všetkým je veľmi dobre známe, že pri zlučovaní vápna s vodou sa vyvíja veľké teplo. Pri tomto procese teplota dosahuje až 300 stupňov Celzia.



Obr. 43. Hasenie vápna — a) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$, b) $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Ako už viete, strelná bavlna horí aj pri podstatne nižšej teplote. Preto tam vzniklo horenie a výbuch.

Po tom, čo sme si teraz povedali, zaiste vám už netreba vysvetľovať, ako je možné uvariť vajíčko bez ohňa.

Vezmete kusové, nehasené vápno. Dáte vajíčko do nádoby, v ktorej je kusové vápno a polejete vodou. Vyvinie sa tam taká teplota, že vajíčko sa uvarí.

Čo vravíte? Že ste to všetci vedeli, a iba ste na to pozabudli? Verím vám. Lenže v takýchto prípadoch je to ako s Kolumbovým vajcom. Treba si vedieť na svoje vedomosti spomenúť a dokázať ich aj uplatniť.

Nehorľavé drevo

Kto dokáže založiť oheň jedinou zápalkou? Opýtate sa svojich priateľov a ukážete im niekoľko polienok dreva a kus novinového papiera.

Mnohí z nich vám zaručene odpovedia, že to nie je nič ťažkého. Najmä niektorí pionieri, alebo turisti to budú považovať za celkom jednoduchú úlohu. Jeden z nich potom vezme drevo, poukladá ho, podloží papier a zapáli zápalkou.

Papier pekne zhorí, ale drevo sa nechytí.

Čo to len môže byť? — rozmýšľa chlapec. Také niečo sa mu ešte nestalo, ani keď zakladal oheň niekde v lese v daždi. Možno, že ešte pohľadá nejaký kúsok papiera a pokúsi sa založiť ohník znova. Bezvýsledne.

Nemá zmysel nechať chlapca dlho sa trápiť. Celkom otvorene sa musíte priznať, že ste drevo napustili schválne takou látkou, aby ťažko horelo.

„A aký to má, prosím ťa, zmysel?“ — zaiste sa ozve nahnevany chlapec, ktorý nepochodil pri zakladaní ohňa. „Či si myslíš, že ti budú doma povďační za to, keď budú musieť každé ráno podkurovať s takýmto drevom?“

Napokon sa však dohodneme, že zmysel to predsa len má, i keď je pravda, že nie práve pri podkurovaní. Ba, môžeme povedať, že to má veľmi veľký význam. Požiare zničia každý rok ohromné hodnoty na celom svete. Preto veľa chemikov hľadá vo svojich laboratóriách najúčinnšie prostriedky na ochranu dreva pred požiarom.

Tieto prostriedky sú v podstate dvojaké: alebo sa nimi drevo natiera a náter ho potom chráni pred ohňom tým, že zabráňuje prenikať kyslíku k drevu, alebo sú to také prostriedky, ktorými sa drevo napúšťa — ako hovoria chemici — impregnuje. Chemikália, ktorou sa takto drevo napustí, uvoľňuje pri požiari také plyny, ktoré tiež zabráňujú prenikať kyslíku k drevu.

Ani jeden z doteraz známych prostriedkov na ochranu dreva pred požiarom nie je však schopný dokonale zabrániť horeniu. V podstate len horenie spomaľujú. Čím je teplota ohňa vyššia, tým je ochrana dreva pred ohňom menej účinná.

My sme v našom laboratóriu použili ako ochranný náter roztok lúhu pri takej teplote, aká je v miestnosti. Do takéhoto roztoku sme namočili polienka dreva, nechali ich v roztoku, aby ním dobre nasiakli. Potom sme ich z roztoku vybrali a nechali vyschnúť.

Keď sa takéto drevo začne zohrievať, začne lúh dymiť a vylučovať vodné pary. Tie zabráňujú kyslíku prenikať k drevu.

Mohli sme použiť aj roztok fosforečnanu amónneho. Používa sa jeden diel fosforečnanu amónneho a 10 dielov vody. Postup je potom už rovnaký: namočiť drevo do roztoku, nechať, aby nasiaklo roztokom a potom ho vysušiť.

Pri zohrievaní začne fosforečnan amónny, ktorý prenikol do povrchových častí dreva, vylučovať čpavok. A ten potom odpudzuje od dreva kyslík z okolitých vrstiev vzduchu.

Na podobnom princípe sa zakladá veľa takýchto preparátov.

Pripravíme si ešte aspoň jeden prostriedok na natieranie dreva.

Vezmite niektoré práškové farbivo: bielobu, oker, ultramarín, alebo akékoľvek iné. Pomocou štetca z neho robíte hustú masu. Pri stálom miešaní prilejte nerozriedené vodné sklo, ale iba toľko, kým nedostanete takú zmes, ktorá sa dá natierať. Touto masou potom natrite drevo a nechajte vyschnúť. Štetec však ihneď dobre vyperte, lebo inak by celkom stvrdol a viac by sa už nedal použiť.

Takto natreté drevo veľmi dobre odoláva ohňu. Na koľko — to už skúste sami.

Pri vyšších teplotách ochranný náter praská a drevo začína horieť. Zapričiňujú to plyny, ktoré vplyvom tepla vznikajú vnútri dreva — pod ochrannou vrstvou.

Keď už hovoríme o požiaroch a o ohni, dovoľte mi jednu zvedavú otázku: prečo vlastne voda hasí oheň?

Nóoo... samozrejme, že preto, lebo je mokrá!

To je síce veľmi „múdra“ odpoveď, ale chemika — odborníka veru nie je hodná!

Bude dobre, keď si povieme, ako to vlastne je! Tak teda: voda predovšetkým prilipne k tomu predmetu, ktorý hasíme a premieňa sa v ohni na paru. Pri tejto premene odberá ohňu veľké množstvo tepla. Na to, aby sa vriaca voda premenila na paru, spotrebuje sa päťkrát viac tepla, než sa spotrebuje na zohriatie rovnakého množstva studenej vody na 10 stupňov Celzia.

Vodné pary potom obklopujú celý horiaci predmet, vytláčajú zo svojej blízkosti vzduch a chránia tak predmet pred prístupom kyslíka zo vzduchu. No a bez prístupu kyslíka oheň zhasne.

Niekedy sa robí aj to, že do vody, ktorou sa hasí, pridajú strelný prach.

„To je teda ohromné“ — do ohňa sypať strelný prach.

To je úžasný nápad! Asi sa chcú niekedy aj naši hasiči po-
baviť!"

Ale ja vám zasa poviem, že to nie je zlý nápad. Veru
nie! Strelný prach veľmi rýchlo zhorí. To my predsa vieme. Pri
tomto horení vzniká obrovské množstvo plynov, ktoré sú ne-
horľavé. Potom teda hasia oheň tým, že ho celý obklopujú
a tak znemožňujú prístup kyslíku.

Pokus 54

Voda v plameni sviečky

Keď sa to dopyčujú vaši priatelia, pravdepodobne budú
rozmýšľať takto: keby plameň sviečky obsahoval naozaj vo-
du, musela by tá voda sviečku zhasiť! Veď viete, pochybova-
či sa nájdu všade a tí musia vždy protirečiť dovedy, kým
nedokážete, že pravdu máte vy.

Preto treba celkom jednoznačne dokázať, že z plameňa
sviečky sa voda získať dá.

Zapálite na stole sviečku. Vezmete kuchynský nôž. Če-
peľ noža dobre ochladíte pod vodovodom a potom ju dobre
do sucha vyutierate.

Takto ochladenú čepeľ podržíte nad plameňom zapále-
nej sviečky; ale skutočne len na okamih.

Pozrite sa na spodný okraj čepele: objavila sa tam rosa.
Vyzerá to tak isto, ako zarosená chladná čepeľ noža, keď na
ňu dýchnete.

Je teda očividné, že nad plameňom sviečky vodné pary
existovali!

Ale kde sa tam vzala para?

V knôte sviečky horí rozpustený vosk alebo stearín. V kaž-
dom prípade je to však zlúčenina uhlíka a vodíka. Pri horení
sa vodík zo stearínu spája s kyslíkom, ktorý je vo vzduchu
a... čo je výsledkom spojenia kyslíka s vodíkom?

Voda!

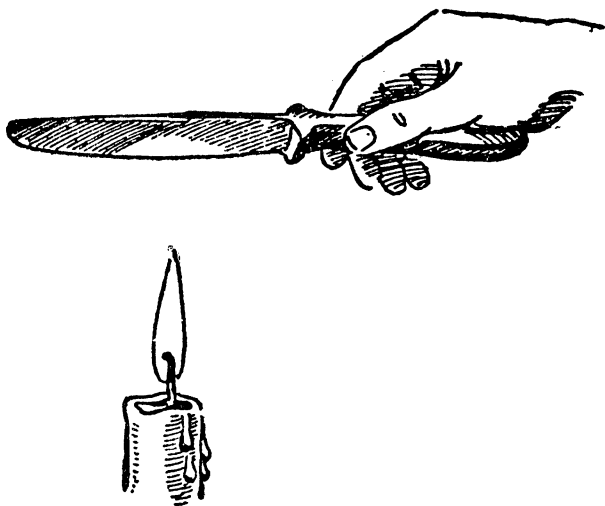
Tak je to. Túto vodu zbadáte len vtedy, keď sa zrazi
na studenej čepeli noža.

A čo sa vtedy deje s uhlíkom?

Pri horení vodíka sa uhlík uvoľňuje, zohrieva sa, a pri
spaľovaní svieti svojim žltkastým plameňom, aký sviečka vždy
má.

Benzín i rozličné oleje majú podobné zloženie ako svieč-

ka. Sú to v každom prípade zlúčeniny uhlíka a vodíka. Pri ich spaľovaní vzniká taktiež voda, respektíve aj v tomto prípade sa zlučuje vodík s kyslíkom zo vzduchu. Voda, ktorá pri horení vzniká, prchá von. Inú možnosť nemá, len unikáť cez výfukovú rúru. Každý liter benzínu, ktorý sa spáli v motore, vylúči asi $\frac{3}{4}$ litra vody.



Obr. 44. Na noži sa objaví rosa

Podstatná časť uhlíka pritom zhorí na kysličník uhličitý alebo kysličník uhoľnatý. Kysličník uhoľnatý, ako vieme, je plyn veľmi otravný. Je preto veľmi nebezpečný — ba možno povedať, že je životu nebezpečný i v celkom malom množstve. Preto si veľmi nezodpovedne počínajú tí šoféri, ktorí nechajú bežať motor aj v zatvorenej garáži.

Pokus 55

Je voda tvrdá?

Môže byť aj tvrdá, prečo by nie — pomyslite si. Keď zamrzne, potom veru už ľad mäkký nie je. To sa nám neraz podarilo zistiť — najmä keď sme sa učili korčuľovať.

Máte pravdu. Keď voda zmení skupenstvo na tuhé, tak je tvrdá.

Ale voda môže byť tvrdá aj v tekutom stave. Tvrdou vodou nazývame takú, ktorá obsahuje veľa rozpustených minerálnych látok.

Tvrdá voda sa nehodí na pranie. To je dobre vedieť.

V takejto vode sa mydlo ťažšie pení, a preto je celé pranie sťažené. Prakticky sa tie minerálne látky, ktoré vo vode sú, spájajú chemickou cestou s mydlom a tak ho rozkladajú, že mydlo potom nemôže plniť svoju funkciu.

Tvrdú vodu si môžeme pripraviť v našom laboratóriu aj umelým spôsobom. S takouto tvrdou vodou urobíme pokus, pri ktorom sa ukáže, ako pôsobí tvrdá voda na mydlo.

Nalejte do pohára trochu vody — asi do jednej tretiny a potom tam pridajte za lyžičku síranu horečnatého. V druhom pohári rozpustíte v rovnakom množstve vody síru.

Obsah oboch pohárov zlejte spolu a pomiešajte. Nalejte si trochu tejto tekutiny na dlaň. Medzi prstami pocítite, že tekutina je „tvrdá“. Keď použijete mydlo, zistíte, že mydlo vôbec nepení a že v takejto vode sa teda nedá nič vyprať tak, ako v mydlinách. Mydlo sa v tejto tekutine „stráca“

Okrem tvrdej vody existuje aj voda mäkká. To je taká voda, ktorá obsahuje veľmi málo minerálnych látok. Rovnako, ako sa dá pripraviť umelým spôsobom tvrdá voda, dá sa pomocou chemikálií, ktoré vodu zmäkčujú, získať aj voda mäkká. Ženy pri praní obyčajne vodu zmäkčujú sódou na pranie, alebo bóraxom.

Podobne ako pri zmäkčovaní vody, postupovali vedci, keď hľadali možnosti, ako získať zo slanej morskej vody, vodu pitnú. A dnes sa to už vie. Do vrecúška, ktoré vodu prepúšťa, dáme chemikálie, ktoré absorbujú nielen soľ, ale aj ostatné nevhodné látky nachádzajúce sa v morskej vode. Keď vrecúško naplníme morskou vodou, chemikálie vodu prečistia a z vrecúška už vyteká pitná voda.

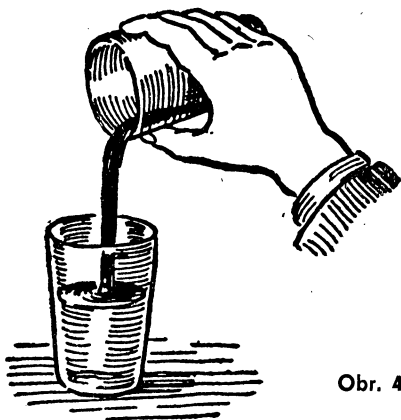
Vďaka tomuto vynálezu námorníci a letci, ktorí stroskotajú na mori, nebudú musieť trpieť smädom — ako to bolo doteraz — hoci ich obkolesovali vody nedozerného oceánu. Dnes stačí, keď stroskotanec vezme svoje vrecúško, naberie doň slanú vodu a potom pije vodu, ktorá z neho vyteká.

Dokážete premeniť víno na vodu a vodu na víno?

To dokážeme! — Som presvedčený, že všetci prítomní vám takto odpovedia, ak to nezakričia zborove na plné hrdlo.

Veď, predsa všetci dobre vieme, ako to kedysi robili krčmári a teraz „výčapníci“.

No, hej. Krčmári to však robili potajme, tak, aby ich nikto nevidel. My urobíme náš pokus pred očami všetkých prítomných divákov.



Obr. 45. „Voda“ sa premení na „víno“

Postavte pred seba na stôl tri poháre. V jednom je voda, druhé dva sú prázdne.

Vezmite pohár s vodou a prelejte ju do niektorého z prázdnych pohárov. Voda sa premení pred očami všetkých na tekutinu, podobajúcu sa na víno.

Prirodzene, že voda aj v tomto druhom pohári zostala stále iba vodou — lenže je trochu okyslená kyselinou sírovou. Totiž — ten náš „prázdny“ pohár nebol celkom prázdny. Na dne bolo troška drobného prášku manganistanu draselného. Dúfam, že ho dokážete dať do pohára tak, aby to prítomní nezbadali.

Ešte vám však zostala druhá polovica pokusu — premeniť víno na vodu.

Víno, ktoré máme v pohári, je vlastne roztok manganistanu draselného vo vode okyslenej kyselinou sírovou. Toto „víno“ prelejeme do druhého „prázdneho“ pohára — a veru: „víno“ sa premení znova na vodu.

Na dne druhého „prázdneho“ pohára bolo totiž niekoľko kvapiek koncentrovaného roztoku persíranu sodného.

Či sa pri tomto pokuse budete veľmi vážne tváriť a budete pri ňom rozprávať aj rôzne zaklínacie formulky, ako „hokus, pokus...“ a prípadne všelijaké ďalšie, aké používajú všetci kúzelníci a budia tak pred svojím obecenstvom patričný rešpekt — to už si rozhodnite sami.

Pokus 57

Bude sa páčiť víno alebo mlieko?

Na stole je pohár vína. Naším priateľom však povieme, že piť mlieko je oveľa zdravšie, najmä pre mladých ľudí. Veď už roky sa u nás píše, že máme veľmi malú spotrebu mlieka. A víno býva aj kyslé. Čo keby som toto víno premenil na mlieko? Prajete si radšej mlieko?

Dá sa predpokladať, že väčšina bude za mlieko. Hoci len preto, aby videli, čo dokážete.

Z druhého pohára prilejete trochu vody a pred očami všetkých vašich divákov sa víno v pohári premení na mlieko.

My si však musíme povedať teraz pravdu. V pohári víno nebolo. Ani to, čo ste priliali nebola voda, a teda ani to, čo máte teraz v pohári, nie je mlieko. Pôvodne na stole bola jódová tinktúra, do ktorej ste priliali ocot. Takto ste si pripravili peknú červenú kvapalinu, ktorá sa celkom podobá vínu.

Kvapalina, ktorú ste potom pridali z druhého pohára, je koncentrovaný roztok tiosíranu sodného.

Biela, mútna kvapalina, ktorá sa podobá mlieku, vznikla pôsobením síry, ktorá sa uvoľnila z tiosíranu sodného v dôsledku chemickej reakcie, ktorá v pohári prebehla.

Ak si želáte, aby ilúzia, že skutočne premieňate víno na mlieko bola naozaj dokonalá, musíte dbať na to, aby vaši diváci boli dostatočne ďaleko od vášho stola.

Veď to vlastne dobre viete! Všetci kúzelníci na svete sú veľmi radi, keď je obecenstvo od nich trochu ďalej!

Neobyčajná sódová voda

Keď nalejeme do pohára s vínom trošku sódy — čo z toho bude?

Predsa vínny strek — odpovie vám zaručene aspoň niektorý z prítomných na takúto vašu, neveľmi jasnú otázku. Formulujte preto otázku jasnejšie:

„Akú farbu bude mať červené víno, keď do neho pridáte trochu sódovej vody?“

Každý vám odpovie, že víno bude mať aj potom svoju pôvodnú farbu, prípadne, že môže byť o niečo bledšie.

Po takýchto odpovediach vašich divákov začnite uskutočňovať svoj pokus. Dokážete, že odpovede neboli správne a ak sa vám pokus vydarí, ne jeden z prítomných nebude vedieť, čo si má myslieť.

Ukážete na stole pohár vína. Možno, že bude chcieť niekto aj ochutnať a presvedčiť sa či je to skutočne víno. Potom ukážete sódovú vodu. A o chvíľu, na podiv všetkých, víno celkom stratí svoju červenú farbu.

Zázračná premena sa vám podarí — podotýkam — iba vtedy, keď budete naozaj šikovní a dokážete do vína nenápadne kvapnúť jednu kvapku chlórnanu draselného, ktorý ste rozpustili vo vode.

Vám je jasné, že víno stratí svoju farbu vplyvom chlóru, ktorý sa vyvinie vo víne z chlórnanu draselného. Chlór sa vyvíja vo víne veľmi pomaly — tak pomaly, že sa vôbec nedá spozorovať jeho pôsobenie na farbu vína. Ale potom, keď pridáme trochu sódovej vody, začne sa chlór rýchlo uvoľňovať vplyvom kyslíčnika uhličitého, ktorý sódová voda obsahuje. Takto uvoľnený chlór pôsobí rýchlo na farbu vína. Preto víno pred očami všetkých stratí svoju pôvodnú farbu.

Skúste to teraz vy! — Takto môžete vyzvať svojich priateľov. Podajte im víno aj sódovú vodu. Ale v ich rukách sóda už nedokáže to, čo dokázala vo vašich rukách. Povedzte im, že to preto, lebo nevedia tie správne zaklínacie formule. No, ale im sa zasa podarí dokázať to, čo tvrdili ešte pred začiatkom pokusu — že keď do červeného vína nalejú trochu sódy — jeho farba sa nezmení.

Nech si umyje ruky mydlom!

„Čo má robiť ten, koho zálohu držím v ruke?“ — držiak v ruke jednu zo záloh, pýta sa jeden z vás na konci hry, keď sa už vydávajú zálohy jednotlivým účastníkom.



Obr. 46. Na rukách zostávajú čierne šmuhy

Všetci očakávajú netrpezlivo a s napätím rozhodnutie toho, ktorý so zviazanými očami odpovedá na tieto otázky.

„Nech si umyje ruky mydlom!“

To mám ale šťastie — myslí si ten, komu záloha patrí. Bez rozpakov si namočí ruky do umývadla, ktoré ste mu pripravili a priniesli do izby a začne si mydliť ruky.

Čo sa to však deje? Namiesto toho, aby si skutočne ruky umýval, lepí sa mu na ne čoraz viac mydla a nijako nechce ísť z rúk dolu!

Ak sa vám podarilo ešte pred umývaním strčiť mu do rúk začadený predmet, má teraz ruky poriadne začiernené od sadzi. A nie a nie ich umyť. Ba čím ďalej, tým viac sa špina rozmazáva po rukách.

Voda bola trochu okyslená kyselinou sírovou.

Toto je celkom jednoduché vysvetlenie záhadného umývania, ktoré zaručene pobaví všetkých prítomných a dúfajme, že aj samotnú obeť vášho žartu. Avšak iba vtedy, ak má dotýčny zmysel pre humor a pre kolektívnu zábavu. Inak sa budú smiať len ostatní.

My sme kedysi takýto rozsudok pri našich hrách na zálohy nazývali „chemickým trestom“.

Pokus 60

Zlomyseľný uterák

A keď si už váš priateľ ruky naozaj dobre poumýval, ponúknite mu kus nejakej handry, aby si ich aj dobre utrel.

Lenže, na veľké počudovanie — jeho ruky sú čoraz černejšie, nech ich drhne akokoľvek usilovne na pohľad čistou handrou.

„Čo to má zas znamenať?“ — pýta sa začudovaný, znepokojený a možno, že už aj nahnevaný.

„Ale to je taký zlomyseľný uterák“ — vysvetľujete mu. „Uterák, ktorý keď môže, strieľa si z ľudí“.

„Vyzerá to skôr tak, že zlomyseľný si ty a nie uterák“ — povie vám pravdepodobne postihnutý a prirodzene čaká, že mu konečne vysvetlíte aj tento váš najnovší podfuk.

Čo ste vlastne urobili? Roztlkli ste na prášok dubienku a práškom ste posypali nejaký starý, už nepoužívaný uterák alebo kúsok handry.

Okrem toho ste rozomleli zelenú skalicu a rozpustili ju vo vode v tom umývadle, v ktorom si váš priateľ predtým umýval ruky.

Z tanínu dubienky a zo zelenej skalice sa vytvára na rukách železité farbivo.

Pokus 61

Prečo odstraňuje mydlo špinu?

— Ako to, že prečo? . . .

Ako keby sme nevedeli, prečo mydlo zbavuje predmety špiny?!

Veď si denne umývame ruky niekoľkokrát. Pritom sa di-

vame, ako sa z rúk spolu s mydlom zmýva aj špina, ktorá sa tam usadila, nevedno ako a kedy.

No, preto, lebo . . .

A tu sa veru azda každý z vašich priateľov zastaví a sotva bude vedieť pokračovať v odpovedi.

Keďže to mnohým nie je také celkom jasné, pokúsme sa vypátrať príčinu a nájsť správnu odpoveď v našom laboratóriu.

Nalejeme trochu vody do skúmavky. Pridáme tam práve toľko oleja, ako bolo vody. Otvor skúmavky prikryjeme palcom a potrasíme ju.

Čo sa stalo v skúmavke?

Zistíte, že olej sa rozbil na malé kvapôčky. O necelú minútu sa však tie drobné kvapky zoskupia a spoja sa na povrchu vody, lebo olej je ľahší než voda.

Veď to vedia aj malé deti, že voda sa nedá miešať s olejom.

Veru tak. Preto sa dajú veľmi ťažko umývať mastné ruky len samotnou vodou.

Vezmite si však namiesto čistej vody takú, v ktorej je rozpustený mydlový prášok. Stačí, keď rozpustíte v polovici pohára vody jednu lyžicu mydlového prášku. Do čistej skúmavky dajte troška tejto kvapaliny a pridajte rovnaké množstvo oleja. Potraste dobre skúmavkou — tak ako predtým.

Čo uvidíte teraz?

Drobné kvapky oleja sa pomiešajú s drobnými kvapkami mydla, ale potom sa už tie dve kvapaliny tak rýchlo neoddeľujú. Ich rozdeľovanie pokračuje len veľmi pomaly. Takúto zmes masti alebo oleja v nejakej kvapaline nazývajú chemici emulziou.

No a toto nám už pomôže pochopiť, prečo mydlo odstraňuje špinu z predmetov.

Na našom tele, bielizni alebo obleku je takmer vždy tenká vrstva mastnoty. Na túto mastnotu sa lepí rôzna špina. Pri praní alebo umývaní táto vrstva mastnoty vytvára vo vode spolu s roztokom mydla emulziu. Znamená to, že sa rozbíja na drobné kvapky a pomieša sa s mydlovým roztokom. Keď potom vodou mydlo spláchneme, zmyjeme s ním aj drobné kvapky mastnoty spolu so špinou, ktorá pôvodne bola ako taký tenký mastný povlak prilepená na našej pokožke.

Veď práve tak som to aj myslel . . . tak som to chcel aj ja povedať . . . vysvetliť podstatu — hlási sa jeden z vašich

priateľov. Práve ten, ktorého odpoveď na začiatku znela: „No, preto, lebo . . . Lenže ďalej vtedy už nevedel.

My mu však veríme, že to skutočne vedel, len sa nedokázal dosť dobre „vyjadriť“. Asi preto, že mu to predsa len nebolo celkom jasné.

Pokus 62

Výbušné mydlové bubliny

Všetci ste už niekedy robili mydlové bubliny. Fúkali ste cez slamku alebo nejakú rúrku, ktorú ste namáčali do mydlového roztoku. Bublinky sa vznášali vo vzduchu. Vietor ich odnášal, až kým do niečoho nenarazili a nerozprskli sa.

Rozprsknutie bubliny bolo vždy nehlučné. Bublinka jednoducho zmizne a hotovo.

My sa však teraz pokúsime spraviť bublinky, ktoré budú strieľať. Priložíme k bublinke zápalku a ona — exploduje.

Takéto bublinky sa robia s vodíkom. Tentoraz teda budeme potrebovať aj vodík.

Z fľaše, v ktorej vzniká vodík, vyvedieme gumovú hadičku so špicatou sklenou rúrkou na konci. Keď rúrku ponoríme do mydlového roztoku, o chvíľu sa začnú vytvárať veľmi pekné mydlové bubliny.



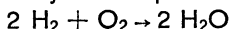
Obr. 47. Mydlové bubliny naplnené vodíkom

Pretože vodík je približne štrnásťkrát ľahší než vzduch, bubliny sa z nádoby rýchlo dvíhajú a vznášajú k povale.

Na mydlový roztok je najlepšie použiť dobre rozomleté, alebo nadrobno pokrájané toaletné mydlo. Môžete však po-

užiť aj obyčajné mydlo a destilovanú vodu. Mydlový roztok nezohrievajte. Radšej počkajte deň alebo dva, kým sa mydlo dobre rozpustí. Dobré bude, keď do roztoku pridáte aj trochu glycerínu.

V bubline je zmes vodíka a kyslíka. Keď k nej priložíte zápalku, vodík sa spojí s kyslíkom a vznikne voda. Pritom dochádza k výbuchu. Deje sa to podľa chemickej rovnice



Zmes vodíka s kyslíkom, lepšie povedané so vzduchom, sa nazýva „výbušný plyn“. Názov pochádza práve od spôsobu, akým sa vodík v tomto prípade zlučuje s kyslíkom.

Kedysi sa myslelo, že rachot hromu v nečase a búrke zapríčiňuje práve výbuch „výbušného plynu“.

Podľa uvedenej rovnice by sme najsilnejšiu explóziu dosiahli vtedy, keby sme použili zmes dvoch dielov vodíka a jedného dielu kyslíka. My však taký pokus robiť nebudeme. Bolo by to príliš nebezpečné.

Pokus 63

Kde vezmeme vodík?

Viem, že ste si pomysleli pri poslednom pokuse, že by to bolo skutočne pekné — len kde ten vodík vziať?

Vyrobíme si ho celkom ľahko v našom laboratóriu.

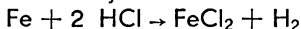
Nasypeme do fľaše niekoľko gramov železných pilín a zalejeme ich trochu 25 % -nej kyseliny chlorovodíkovej.

Fľašu zatvoríme gumovou zátkou, cez ktorú je prevlečená gumová hadička.

Keď potom budeme fľašu zohrievať, bude sa v nej vyvíjať vodík.

Prečo?

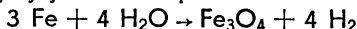
Železo sa zlúči s chlóróm, ktorý obsahuje kyselina chlorovodíková. Tým vznikne chlorid železnatý, pričom sa uvoľní vodík podľa tejto chemickej rovnice:



Vodík zachytávame tak, že voľný koniec hadičky ponoríme do prázdnej fľaše. Vlastne, nie do prázdnej. Naplníme ju vodou, prevrátime hore dnom a hrdlo ponoríme do vody vo väčšej nádobe. Do tejto fľaše zasunieme voľný koniec hadičky a o chvíľu už môžeme pozorovať, ako sa fľaša naplňa vodíkom a ako plyn vytláča vodu z fľaše.

Toto je najjednoduchší spôsob výroby vodíka v našom laboratóriu. Priemyselne sa vodík vyrába rôznymi spôsobmi, z ktorých jeden je aj taký, že sa voda rozkladá na kyslík a vodík pôsobením elektrického prúdu.

Vodík môžeme získať aj tak, že sa horúce vodné pary ženú na rozžeravený kov. Kov oxiduje, tým odoberá vode kyslík a uvoľňuje jej vodík. Napríklad



Je veľmi pravdepodobné, že aj vodík, ktorý sa nachádza v sopečných plynch, pochádza z takejto chemickej reakcie, ktorá sa však uskutočňuje hlboko pod zemou. Voda preniká dovnútra zeme, naráža na rozžeravené kovy. Tieto kovy pritom oxidujú a vylučujú vodík vo forme sopečných erupcií. Napríklad plyny sopiek na Havajských ostrovoch obsahujú 6 až 10 % vodíka.

Pokus 64

Elektrický prúd v našom laboratóriu

Veru, veru — kývate hlavou na súhlas. Deň je v zime veľmi krátky. Stmievajú sa veľmi rýchlo. Skutočne by sa nám zišla nejaká dobrá lampa . . .

Ja som to však takto nemyslel — nechcel som hovoriť o takom elektrickom prúde, ktorý sa používa na osvetlenie. My chceme použiť elektrický prúd v našom laboratóriu na vyvolávanie chemických premien.

Pomocou elektrickej energie môžeme získať napr. vodík.

Rozpustíte v pohári vody dve kávové lyžičky kuchynskej soli. Touto slanou vodou naplníte skúmavku a zvyšok nalejete do taniera. Skúmavku uzavriete palcom, prevrátite ju hore dnom a postavíte do taniera. Tak, aby jej otvor bol ponorený v slanej vode, ktorá je v tanieri.

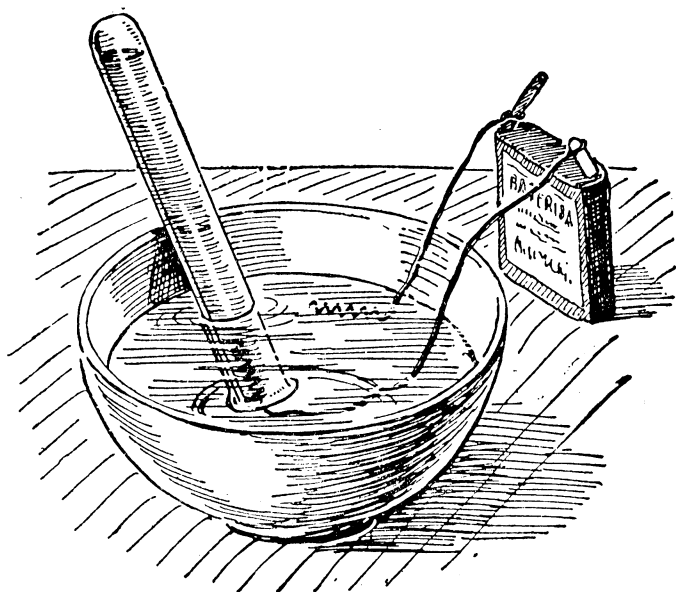
Potom vezmete dva kúsky drôtu. Na každom drôte stočíte jeden koniec do špirály. Najľahšie sa to robí tak, že drôt otočíte okolo ceruzky.

Druhý koniec jedného aj druhého drôtu zapojte — každý na jeden pól vreckovej batérie.

Potom opatrne zasunúť do skúmavky špirálovitý koniec toho drôtu, ktorý je zapojený na negatívny pól batérie. Robte to tak, aby bol otvor skúmavky stále ponorený vo vode.

Koniec druhého drôtu ponorte do vody v tanieri.

Takto sme vytvorili uzavretý okruh elektrického prúdu. Slaná voda tu bude plniť chvíľu úlohu vodiča a uzavrie okruh.



Obr. 48. Získavanie vodíka elektrolýzou

Nad špirálou v skúmavke budete čoskoro vidieť veľké množstvo malých bubliniek. Môžete pozorovať, ako stúpajú hore a pritom vytlačujú vodu zo skúmavky do taniera. Na vrchu skúmavky sa bude sústreďovať plyn.

Je to vodík, ktorý sa uvoľňuje z vody pôsobením elektrického prúdu.

Keď potom skúmavku z vody vytiahnete tak, že prstom uzavriete jej otvor, priložíte ho k plameňu a prst odtiahnete, ostrý praskot vám dokáže, že v skúmavke bol skutočne vodík.

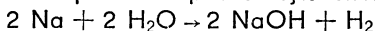
Na druhom drôte vzniká plyný chlór preto, že elektrický prúd rozkladá soľ, teda chlorid sodný, ktorý voda obsahuje. Drôt tam stmavne, lebo chlór sa zlučuje s medeným drôtom. Aj samotná voda, vplyvom zlúčeniny medi a chlóru dostáva po krátkom čase belasý odtieň.

Vo veľkých chemických závodoch získavajú chlór len elektrickou cestou, ktorá sa zakladá na opísanom princípe.

Teraz sa ešte pozrime trochu bližšie, čo sa odohrávalo v tanieri.

Roztok soli sa rozložil na atómy sodíka, nabité pozitívnym elektrickým nábojom a na atómy chlóru, nabité negatívnym elektrickým nábojom. Atómy nabité elektrickými nábojmi, nazývame iónmi.

Negatívny náboj na negatívnom póle priťahuje pozitívne ióny sodíka. Tie však svoj elektrický náboj strácajú a okamžite reagujú s molekulami vody, tvoria hydroxid sodný, ktorý uvoľňuje vodík. Reakcia prebieha podľa tejto chemickej rovnice:



Takto sa vodík sústreďuje na negatívnom póle.

Pozitívny pól pritom priťahuje negatívne nabité ióny chlóru, ktoré strácajú svoj náboj a premieňajú sa na neionizovaný chlór v plynnom stave.

Chlór je jedovatý. Otravný je už v množstve od 0,01 % chlórového plynu vo vzduchu.

Ale príroda sa postarala v tomto prípade o to, aby naň človeka upozornila. Už 0,0001 % plynu vo vzduchu človeka nepríjemne štípe v nose a upozorňuje ho na prítomnosť tohto jedovatého plynu.

Rozklad zlúčeniny pomocou elektrického prúdu, ako sme to urobili v tomto našom pokuse, nazýva sa elektrolýza.

Pokus 65

Kde sa vzala voda, ktorá je v skúmavke?

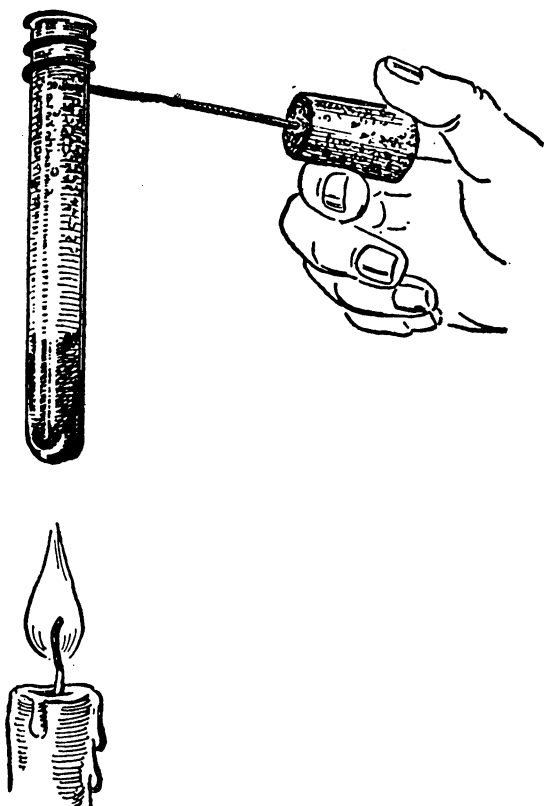
Vezmite hrudku sódy na pranie, alebo ako ju nazývajú chemici — uhličitan sodný. Dôkladne ju poutierajte handričkou tak, aby stratila tú svoju bielu, zaprášenú povrchovú vrstvu. Keď to urobíte, získate celkom pekný kryštál. Roztlačte ho na drobné kúsočky a dajte ich do skúmavky.

Potom skúmavku zahrievajte nad plameňom sviečky. Držte ju aspoň 2 až 4 cm nad plameňom.

Veľmi rýchlo zbadáte, že sa kúsočky sódy rozpúšťajú a na stenách skúmavky, v jej hornej, chladnejšej časti, sa zráža vodná para v malých i väčších kvapkách. Na dne skúmavky zostane z kúskov sódy len biely prach.

Kde sa vzala v skúmavke voda?

Odpovedať možno len takto: z kryštálu sódy — hoci kryštál vyzeral celkom suchý. Molekuly vody, ktoré boli viazané



Obr. 49. Kryštalická voda

v kryštálikoch sódy na molekuly uhličitanu sodného, uvoľnili sa vplyvom tepla. Voda vyprchala z kryštálu sódy vo forme vodnej pary a potom sa vyzrážala v chladnejšej hornej časti skúmavky. V dôsledku toho sa kryštál sódy rozpadol na vysušený biely prach uhličitanu sodného.

Týmto pokusom sme si overili, že v kryštáloch — okrem podstatnej zložky soli — nachádza sa aj voda. Vedci dokázali, že napr. v kryštáli sódy na pranie na každú molekulu uhličitanu sodného pripadá desať molekúl vody a v kryštáli síranu mednatého je päť molekúl vody.

5. Hidor men ariston

Rozprávania vo chvíľach oddychu

„Počuť strašný výbuch. Vyzerá to tak, ako keby vzplanula celá atmosféra, ktorá obkolesuje Quiquendon (Kikandon). Plamene neslýchanej sily šľahajú k nebu ako meteór, a napriek tomu, že je noc, človek dovidí aj na desať míľ naokolo. Všetky quiquendonské vojská ležia na zemi akoby sa modlili...“.

Rozmýšľate, čo to má znamenať? — Či je to nejaká novinová správa z čias vojny?

Nie. Tí, ktorí čítali Verneov príbeh o tajomnom doktorovi Oxovi, si zaiste domysleli, že v predchádzajúcich riadkoch je opísané rozuzlenie a ukončenie jeho pokusov s mierumilovnými obyvateľmi Quiquendonu.

Doktor Ox sa ponúkol vedúcim quiquendonského mesta, že im zavedie osvetlenie výbušným plynom. Dovoľme ešte Verneovi, aby nám sám vyrozprával, ako doktor Ox vyrábala vodík a kyslík vo svojej továrni:

„Elektrický prúd prechádzal cez veľké nádrže, naplnené vodou. Kvapalina sa rozkladala na tie dva základné prvky, z ktorých sa skladá: na kyslík a vodík. Kyslík odchádzal na jednu stranu, vodík na druhú, ale toho bolo dvakrát toľko ako kyslíka. Oba prvky sa zhromažďovali v oddelených nádržiach, ktoré mali dvojité steny. To bolo veľmi potrebné opatrenie, lebo keby sa zmes zapálila, mohol by nastať hrozný výbuch. Odtiaľ sa mali plyny viesť oddelenými potrubiami do horákov, ktoré boli tak upravené, aby nemohlo dôjsť k explózii. Pri spaľovaní plynu by vznikol taký jasný plameň, že by mohol smelo súťažiť s elektrickým svetlom...“

Doktor Ox mal však, ako vlastne už viete, celkom iné

plány. Do mesta vypúšťal čistý kyslík, ktorý dráždil, ba privádzal až ku šialenstvu mierumilovných obyvateľov Quiquendo-nu. Nakoniec ich vlastne explózia továrne zachránila.

Doktor Ox získaval vodík a kyslík elektrolýzou vody mierne okyslenej kyselinou sírovou.

Elektrolýzou vody, ako aj opačným spôsobom — zlučovaním vodíka a kyslíka na vodu — a to sa pokusne robí spaľovaním výbušného plynu — chemici definitívne dokázali, aké je chemické zloženie vody. Odpoveď na prastarú otázku: čo je to voda — prišla až začiatkom XIX. storočia.

Voda má na svete takú významnú úlohu, že jeden zo skupiny siedmich mudrcov staroveku, grécky filozof Thales sa domnieval, že voda je prahmotou, t. j. hmota, z ktorej všetko vzniklo, a na ktorú sa všetko obráti.

„Hidor men ariston“ — voda je najdôležitejšia — hovorievali starí Gréci, pozerajúc na vodu, ktorá obmývala ich slnečné pobrežie. I na tú, ktorá padala vo forme dažďa, alebo tiekla v potokoch a riekach a zavlažovala ich polia, záhrady, sady a vinohrady; na vodu, ktorú pili z bystrých prameňov, i na vodu, ktorá prúdi v tkanive každého organizmu a je podmienkou života.

Voda pokrýva viac než 70 % povrchu Zeme. No vo všetkej tejto vode sa nenájde ani len kvapka, ktorá by bola chemicky čistá.

Takú vodu chemici získavajú vo svojich laboratóriách. Voda sa zohrieva v zatvorenej nádobe, z ktorej sa sklenou rúrkou odvádzajú vodné pary do druhej nádoby, kde sa chladia a zrážajú kvapky chemicky čistej vody. Tento proces je vám veľmi dobre známy pod menom destilácia vody.

Poviete mi: — Ak sa destilácia uskutočňuje aj v prírode, tak by sme aj tam mali nájsť chemicky čistú vodu. Z morí sa voda vyparuje, kondenzuje sa v atmosfére a padá na Zem ako dážď. Zdalo by sa, že dážď by mal byť tiež chemicky čistou vodou.

Je síce pravda, že v dažďovej vode niet tých minerálnych solí, ktoré obsahuje riečna voda a najmä voda morská. Preto je aj dažďová voda nechutná na pitie. No ani dažďová voda nie je chemicky čistá. Preto nestačí povedať: „mala by byť . . .“ Radšej preskúmame, aká je skutočnosť.

Vodné pary z morí a riek prechádzajú atmosférou. Z nej naberajú niečo plynov i tuhých látok, ktoré sa v atmosfére vznášajú ako celkom drobučké častice. Možno ste už niekde

čítali, že sa vyskytuje aj špinavožltý alebo červený dážď. To zapríčiňuje drobučký prach, ktorý niekedy vietor prináša do Európy až z ďalekých afrických púští.

Voda na svojej púti do mora rozpúšťa a nesie so sebou rôzne látky a hromadí ich v mori. Tam sa nimi živí jeden celý samostatný živočíšny svet, ktorý v mori aj zomiera a rozkladá sa.

Keď hovoríme o látkach rozpustených v morskej vode, máme zvyčajne na mysli soľ a trochu jódu. V moriach sa však nachádza obrovské množstvo rozmanitých prvkov a ich zlúčenín — časť v morskej vode, časť v morských rastlinách. Napríklad, predpokladá sa, že v moriach je vyše dvoch miliárd ton uránu. V jednom kubickom metri morskej vody sa nachádza priemerne asi 5 miligramov zlata, 57 gramov brómu, 1 kg horčíka, 20 až 30 kilogramov soli atď.

Človek už začal ťažiť z tejto vodnej bane jej bohatstvá. No nie je ďaleko deň, keď sa naširoko otvoria brány tejto pokladnice, ktoré sa zatiaľ podarilo len trošku pootvoriť.

Zväčšovanie bez lupy

Pozrite bližšie na drobné kryštáliky cukru, ktorými si sladíte každý deň kávu alebo čaj.

Pokúste sa tieto kryštáliky zväčšiť — ale bez lupy!

Keď postavíte vašich priateľov pred takýto problém, budú chvíľu stáť nad škatuľkou kryštálového cukru, potom — zbadajúc na vašej tvári úsmev a výraz očakávania — obrátia sa predsa len na vás:

Povedz ako!

Vtedy vyberiete zo svojej zbierky kryštálov jednu peknú vzorku veľkých kryštálov cukru a povieťe:

Hľa! — a vysvetlíte, ako ste ho získali. Postup naozaj nie je zložitý.

Nalejete vodu asi do troch štvrtín pohára. Potom vodu prelejte do hrnčeka a dáte zohrievať.

Do horúcej vody sypte pomaly kryštálový cukor. Ten sa vo vode rozpustí. Pridávajte pomaly cukor dovtedy, kým sa bude vo vode rozpúšťať. Keď bude roztok nasýtený, prelejte ho späť do pohára.

Priviažte na ceruzku kúsok bavlnenej nitky. Na voľný koniec zaveste nejaký ľahký predmet, ktorý bude niť zaťažovať, aby sa neskrúcala. Môže to byť napr. sponka do vlasov, kúsok drôtika alebo niečo podobné.

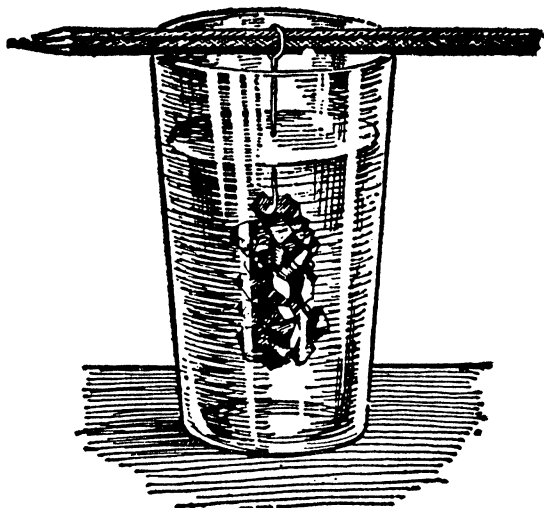
Ceruzku potom položte krížom cez pohár tak, aby niť visela v roztoku cukru a dosahovala takmer dno pohára.

O niekoľko dní budete mať na nitke v pohári veľké kryštály cukru.

Keď roztok ochladol, bol presýtený. Voda už v sebe nemohla udržať celé množstvo rozpusteného cukru, preto sa cukor začal vylučovať z roztoku vo forme kryštálov. Podobné kryštáliky sa vytvárajú aj v pohároch presladeného džemu, ktorý odkladáme na zimu. Aj med môže kryštalizovať. V takom prípade hovoríme, že med scukornatel.

Kryštáliky, získané z presýteného roztoku cukru, sú presne také, ako tie, ktoré sme nasypali do vody na začiatku nášho pokusu — len sú teraz väčšie.

Vidíte — predsa sme ich dokázali zväčšiť aj bez lupy. Dúfam, že proti tomuto nášmu pokusu nebudete nič namietť.



Obr. 50. Z presýteného roztoku získame krásne kryštály

Pokus 67

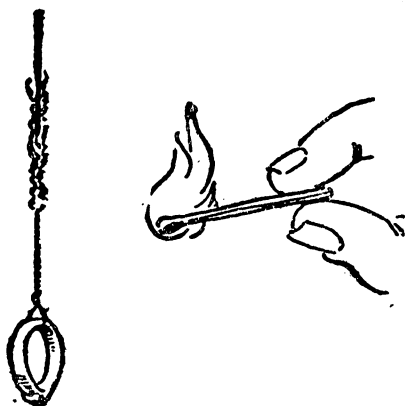
Prsteň, ktorý sa vznáša vo vzduchu

Keď sa opýtate svojich priateľov: Je tento prsteň ťažší než vzduch — ktovie, ako sa budú na vás dívať. Keď ešte budete pokračovať: Pretože je skutočne ťažší ako vzduch, ak ho necháme bez opory, musí padnúť na zem vplyvom pôsobenia zemskej príťažlivosti.

Priatelia ti pekne „zaďakujú za poučnú prednášku“ a veru ti dajú za pravdu.

— Ale tentoraz nepadne — povieš im a začneš s ďalším pokusom. Samozrejme, že ťa nechajú, usmievajú sa a súčasne pochybujú, či také niečo dokážeš. Pritom dúfajú, že odhalia, čo bolo na tvojom tvrdení nepravdivé, lebo v každom prípade tu čosi celkom presné nie je. Inak by bol tvoj pokus v rozpore so zákonmi fyziky, a to nie je možné.

Zavesíš nejaký ľahký prsteň na nitku, ktorú si predtým niekoľkokrát namočil v koncentrovanom roztoku kuchynskej soli. Druhý koniec nitky uviažeš na niektorý predmet v izbe



Obr. 51. Zdá sa, akoby sa prsteň vznášal vo vzduchu

alebo na paličku; tak, aby prsteň voľne a pokojne visel vo vzduchu.

Potom zapáliš, zápalkou niť na tom mieste, kde je prsteň uviazaný.

Niť začne horieť, plameň sa bude šíriť postupne po niti vyššie, ale prsteň na zem nepadne. Vyzerá to celkom tak, ako keby sa vznášal vo vzduchu. Najmä v takom prípade, keď pokus robíš večer a stojíš za prsteňom oblečený v tmavom obleku.

Voda sa z nitky vyparí, bavlnené vlákna nite zhoria, ale zostanú kryštáliky soli, ktorou sme niť nasýtili. Tie si zachovávajú dostatočnú súdržnosť na to, aby prsteň udržali.

No veru, prsteň sa nevznáša vo vzduchu — aj tak visí — i keď nevidno na čom — povedia tvoji priatelia a majú pravdu.

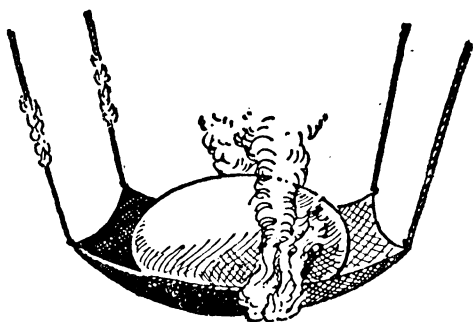
Pokus 68

Zázračná kolíska

Dozaista ste čítali v rozprávkach z „Tisíc a jednej noci“, alebo aj v iných — na tom nezáleží — o starých arabských kúzelníkoch, ktorí vo vzduchu rozprestrú koberec, sadnú si naň a — letia, kam sa im zachce.

Pokúsime sa teraz urobiť niečo podobné v našom laboratóriu. Nebude to koberec, ba ani nebudeme skúšať na

ňom lietať. Postačí, ak sa nám podarí napodobniť lietajúci koberec aspoň tak, že sa na kúsku plátna bude vo vzduchu vznášať slepačie vajce.



Obr. 52. „Lietajúce“ vajíčko

Myslím si, že vám ani netreba viac povedať. Dozaista už viete, ako sa taký pokus robí od začiatku do konca. Podstata je rovnaká ako pri predchádzajúcom pokuse, a ten ste už pochopili.

Namočíte viackrát kúsok tenkého plátna v koncentrovanom roztoku kuchynskej soli. Na každý rožtek plátna uviažete kúsok nitky, ktorú ste takisto niekoľkokrát namočili v roztoku soli.

Keď potom voľné konce nití uviažete na nejaký predmet, budete mať akúsi kolísku — alebo visiacu posteľ.

Do tejto kolísky položíte vajíčko a zapálite ju na ktoromkoľvek mieste. Plátno aj nitky postupne zhoria a vajíčko bude ležať ďalej vo svojej kolíske — vyzerá to skutočne tak, ako keby sa vajíčko vznášalo vo vzduchu.

Kým si pokus dobre nenacvičíte, odporúčam vám, aby ste pod vajíckom držali nastavenú ruku, prípadne čiapku. Bola by to škoda, keby sa vajíčko rozbilo!

Pokus 69

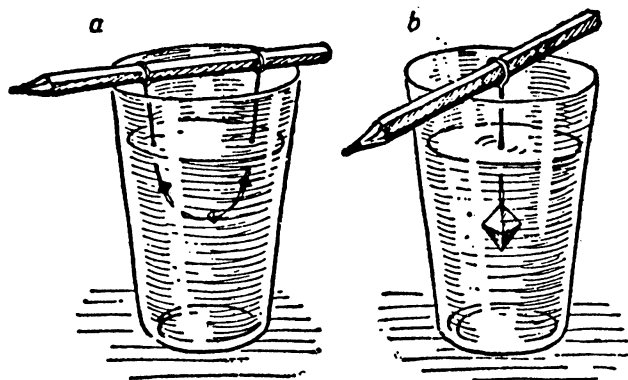
Na hodvábnej niti

Mimoriadne pekné, pravidelné a veľké kryštály sa vám usadia na tenučkú hodvábnu niti.

Na tento účel sa najlepšie hodí niť z prírodného hodvábu — vytvorená priadkou morušovou.

Pripravíte si nasýtený roztok modrej skalice. Potom spustíte do roztoku hodvábnu niť. Tá síce musí visieť v roztoku voľne, nie však kolmo, ale šikmo. Keď chcete, aby visela vo forme oblúka — priviažete oba konce nite na kúsok drevka a preložíte ho cez okraje pohára, v ktorom máte roztok.

Pozdĺž hodvábnej nite sa usadia častice soli. Tieto častice budú jadrom, okolo ktorého sa začnú vytvárať malé kryštáliky.



Obr. 53. Získanie kryštálov: a — výber jadra, b — narastanie kryštálu

Keď sa už kryštáliky objavajú, vytiahneme niť z roztoku a vyberieme si z nich najkrajší. Tú časť nite, ktorá je pod týmto kryštálom, veľmi pozorne odstrihneme, aby sa kryštál nepoškodil. Niť nad kryštálom očistíme vodou, pomocou malej kefky.

Potom koniec nite znova uviažeme na drevko, ktoré preložíme cez pohár a spodný koniec, na ktorom je teraz už len jeden kryštál — ten najkrajší — spustíme do roztoku. Teraz už niť s kryštálom visí kolmo.

Ďalší proces narastania kryštálu bude pokračovať práve tak, ako aj pri predchádzajúcom pokuse. O čo bude kryštál v roztoku dlhšie, o toľko väčší nám narastie.

Nezabudnite však na to, že musíte roztok obnovovať!

Pýtate sa prečo? Či roztok prestáva byť roztokom? Či postupne z neho ubúda?

Takéto a podobné otázky by nám mohol skutočne položiť

iba ten, kto by len náhodou prišiel do nášho laboratória a kto sa s chémiou nezaobrá.

Nám je predsa jasné, že kryštál svojím rastom odoberá soľ z roztoku. Tým sa stáva roztok postupne chudobnejším, t. j. menej nasýteným. Keby toto ochudobňovanie roztoku dosiahlo určitý stupeň nenasýtenosti, kryštál by sa začal v roztoku znova rozkladať. Toto rozpúšťanie by postihlo predovšetkým jeho ostré hroty a hrany.

Preto, ak chcete získať veľký kryštál, s čistými, ostrými hranami a hrotmi, obnovujte častejšie roztok, z ktorého kryštál získavate. Dbajte na to, aby bol roztok vždy dostatočne nasýtený!

Pokus 70

Priehľadný kryštál

Jedna malá zmena v predchádzajúcom postupe nám umožní získať mimoriadne priehľadný kryštál.

Našu zbierku kryštálov musíme obohatiť aj nejakým exemplárom z tých priehľadných.

Do roztoku soli, s ktorým práve pracujeme, spustíme nitku a počkáme, kým sa na nej uchyťí prvý maličký kryštál. Potom však, namiesto toho, aby sme niť zavesili a nechali ju pokojne visieť v roztoku, tak ako sme to robili v predchádzajúcich pokusoch, robíme s nitkou pomalé otáčavé pohyby, takže kryštál opisuje v roztoku kruhy.

Kryštály, ktoré takýmto spôsobom získate, budú celkom priehľadné. Krásne priehľadné kryštály dostanete napr. z kámenca, chlorečnanu sodného alebo síranu meďnatého.

Keď sme kedysi my robili v našom chemickom laboratóriu tento jednoduchý pokus, bol som veľmi vzrušený. Jeden z priateľov mi vtedy hovoril:

„Skús si predstaviť, čo si asi myslel ten, kto prvý robil takýto pokus! Musel byť veľmi zvedavý, aký kryštál dostane z roztoku, ktorý nie je v pokoji. Či sa vôbec v takýchto podmienkach nejaký kryštál vytvorí? Aký bude mať tvar? Bude presne taký, ako ten, ktorý narastá v pokoji?“

A verte mi, to isté vzrušovalo aj mňa pri tomto pokuse. Veď každá zmena podmienok, pri ktorých sa nejaký pokus uskutočňuje, pričom sa veľmi starostlivo skúmajú dôsledky zmenených podmienok — je vlastne podstatou experimentál-

nej metódy vo vede. Vtedy som začal chápať, krútiac medzi prstami náš priesvitný kryštál, že práve snahy zmeniť podmienky, pri ktorých určitý pokus prebieha — boli hybnou silou na ceste poznávania vedy v celom vývoji ľudskej spoločnosti. Často to boli na prvý pohľad veľmi skromné a jednoduché nápady, ale veľa razy sa ukázalo, že sú veľmi významné a plodné.

Pokus 71

Pestrofarebný kryštál

Videli ste už niekedy dvojfarebný kryštál — taký, ktorý má niekoľko vrstiev striedavo zafarbených, raz jednou a raz druhou farbou?

Verím, že sa vám páčil ich neobyčajný vzhľad a že máte chuť urobiť si aj vy takýto pestrofarebný kryštál pre naše laboratórium.

Pripravte si nasýtený roztok kamenca a nalejte ho do širokej, plytkej nádoby.

Voda sa bude vyparovať, roztok sa stane presýteným a kamenec sa preto začne zrážať vo forme pekných, pravidelných kryštálikov.

Vezmite z nich niekoľko najkrajších a dajte ich do druhej nádoby s nasýteným roztokom kamenca. Roztok obnovujte dva až tri razy cez deň. Kryštály budú neustále rásť.

Kamenec, ktorý máte pri tomto pokuse použiť, nie je nič iné ako síran hlinito-draselný. Je farby bielej a kryštáliky z neho budú mať tiež belavú farbu. Iný síran, síran chromitý kryštalizuje v rovnakých geometrických tvaroch ako kamenec. Môžete preto váš kryštál prekladať striedavo z roztoku kamenca do roztoku síranu chromitého.

Pretože kryštály síranu chromitého majú fialovú farbu, dostanete kryštál, ktorý bude mať striedavo vrstvy biele a fialové.

Že by bol síran sodný labužník?

Možno, že aj — pomyslite si. Kto vie? Zistíme si to radšej sami, nech vieme, ako to vlastne je.

Nalejete do pohára nasýtený roztok síranu sodného. Cez okraje pohára preložíte paličku, ceruzku alebo niečo podobné a zavesíte na ňu, na koniec nitky, jednu fazuľku a na koniec druhej nitky nejaký iný predmet. Môže to byť čokoľvek, len nesmie mať póry (napríklad sklený gombík, korálka z náhrdelníka alebo iné).



Obr. 54. Okolo fazuľky sa zoskupujú drobulinké kryštálky

Onedlho zbadáte, že sa okolo fazuľky zoskupujú malé kryštálky síranu sodného a že s postupujúcim časom sú stále dlhšie.

Vyzerá to tak, akoby si bol síran sodný vybral fazuľu ako ozajstný labužník, kým ten druhý predmet si ani len nevšimol. Okolo predmetu bez pórov, hoci visí vedľa fazuľky v tom istom roztoku, nezbadáte ani jeden kryštál.

A toto porovnanie vlastne aj vysvetľuje naoko neobyčajný úkaz.

Prečo sa vlastne zoskupili kryštálky okolo fazule a nie aj okolo skleného gombíka?

Keď ste ponorili fazuľku do roztoku, bola suchá. Preto začala nasávať do seba vodu a postupne napučala. Sklený gombík, pretože nie je pórovitý, vodu nasávať nemohol. Fazuľka však absorbovala len vodu. Roztok síranu sodného

(predtým nasýtený) — stal sa v okolí fazuľky úbytkom vody presýteným. To podnietilo usadzovanie síranu sodného na fazuľke vo forme malých kryštálikov.

Pri tomto pokuse musíme dávať pozor na to, aby na dne pohára nezostali zvyšky nerozpustených kryštálikov, lebo v takom prípade by tieto zvyšky mohli poslúžiť v nasýtenom roztoku ako jadro pre ďalšiu kryštalizáciu. Tým by sa však pokazil celý náš pokus.

Naostatok, keď aj tento pokus s úspechom ukončíte, skúste zmeniť podmienky priebehu pokusu tak, že na dno pohára vhodíte niekoľko kryštálikov síranu sodného — potom pozorujte, čo sa bude diať. .

Pokus 73

Blesková výroba kryštálov

Sú to celkom pekné pokusy — poviete dúfam o týchto doterajších. No, ja tu mám pre vás ešte niečo krajšie. Teraz nám narastie kryštál — tu, pred očami všetkých — za malý okamih.

Teda pozerajme — povieme si a posadáme si okolo stola. A vy vyberiete zo skrine s chemikáliami pohár s priesračnou kvapalinou a postavíte ho na stôl. Potom vhodíte do pohára malý kryštálik Glauberovej soli.

O niekoľko sekúnd od tohto okamihu môžeme pozorovať celkom nezvyčajný proces. Z kryštálu, ktorý ste hodili do pohára, začnú sa šíriť na všetky strany kryštálové ihličky. Rastú rýchle, takže o chvíľu máte pohár naplnený veľkým kryštálom Glauberovej soli.

„Čo bolo v tom pohári?“ — pýtajú sa niektorí z prítomných. Čo tam mohlo byť iné, ako roztok Glauberovej soli?! Ibaže bol ten roztok pripravený osobitným spôsobom.

Do fľaše nalejeme 100 gramov vody a vsypeme rovnaké množstvo kryštalickej Glauberovej soli. Zmes zahrievame na 40 až 50 stupňov Celzia dovtedy, kým sa Glauberova soľ nerozpustí.

Teplý roztok prefiltrujeme, nalejeme do skúmavky, ktorú zapcháme vatou a zahrievame nad kahanom, kým nezovrie. Para vystupuje cez vatú. Dbajte na to, aby ste použili skúmavku zo skla, ktoré znesie takúto teplotu.

Filtrovanie a varenie je potrebné preto, aby z roztoku

zmizli aj tie najdrobnejšie kryštáliky. Tým sa z roztoku odstráni všetky „kryštalotvorné častice“, ktoré by mohli predstavovať jadrá nových kryštálov.

Potom dajte obsah skúmavky vychladnúť. Zátku z vaty v nej nechajte. Skúmavku môžete položiť aj do väčšej nádoby s vodou. V zime sa dá na chladenie použiť ľad, v lete chladiaca zmes, alebo rozpúšťajte soľ v tej vode, v ktorej sa skúmavka chladí. Dávajte pozor, aby sa obsah nehýbal a nenatriasal. Keď sa obsah ochladí približne na 20 stupňov Celzia, môžete začať robiť pokus.

Soli sa ľahšie rozpúšťajú v teplej vode než v studenej. Tak sa môže v 100 gramoch vody rozpustiť 12,16 gramov Glauberovej soli pri 0 stupňoch Celzia, 23,04 g pri 10 stupňoch Celzia, 36 g pri 15 stupňoch Celzia, 58,35 gramov pri 20 stupňoch Celzia, 98,5 gramov pri 25 stupňoch Celzia atď.

Keď potom roztok zo 100 gramov Glauberovej soli v 100 gramoch vody ochladíme zo 100 na 20 stupňov Celzia, môže zostať v roztoku len 58,35 gramov Glauberovej soli. To znamená, že z roztoku sa musí vylúčiť 41,65 gramu, a to je možné kryštalizáciou.

Kryštalizácia predbežne nemôže prebehnúť, lebo v roztoku niet nijakej „kryštalotvornej častice“. Preto ostáva zatiaľ roztok presýtený.

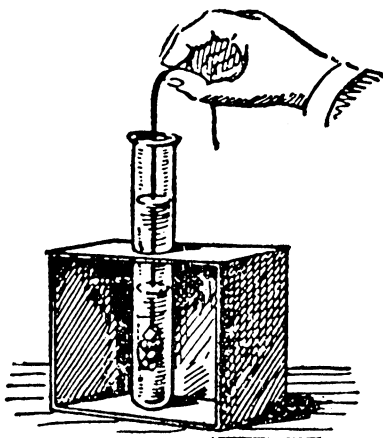
Ak sa však kryštalotvorná častica do roztoku dostane, v našom prípade vo forme kryštálu Glauberovej soli, v tom momente sa začne veľmi rýchle vylučovať soľ z presýteného roztoku. Práve tomu môžeme ďakovať za neobyčajnú príležitosť pozorovať rýchly rast kryštálu pred našimi očami.

Pokus 74

Ešte jeden spôsob vyvolania rýchlej kryštalizácie

V nejakej nádobe si pripravíme nasýtený roztok tiosíranu sodného a v druhej nádobe roztok octanu olovnatého.

Keď už máme roztoky pripravené, nalejeme ich do skúmavky. Každého má byť v skúmavke približne polovica. Najprv nalievame tiosíran sodný a potom opatrne rovnaké množstvo octanu olovnatého, ale tak, aby sa kvapaliny nepomiešali. Octan olovnatý musí zostať nad tiosíranom sodným. Dosiahneme to tak, že octan olovnatý nalievame pomaly a nechávame ho stekať po stene skúmavky.



Obr. 55. Rýchla kryštalizácia

Okrem toho sme si pripravili aj jeden kryštál tiosíranu sodného, ktorý priviažeme na nitku.

Teraz už môžeme začať náš špeciálny pokus.

Spustíme do skúmavky kryštál tiosíranu sodného, ktorý visí na nitke. Pomaly ho necháme prejsť roztokom octanu olovnatého. S kryštálom sa nedejú žiadne zmeny. No keď prejde hraničnú čiaru medzi oboma roztokmi v skúmavke a dostane sa do roztoku tiosíranu sodného, nastáva okamžitá kryštalizácia.

Ak chceme vyvolať takú rýchlu kryštalizáciu octanu olovnatého, použijeme pripravený kryštál tejto soli.

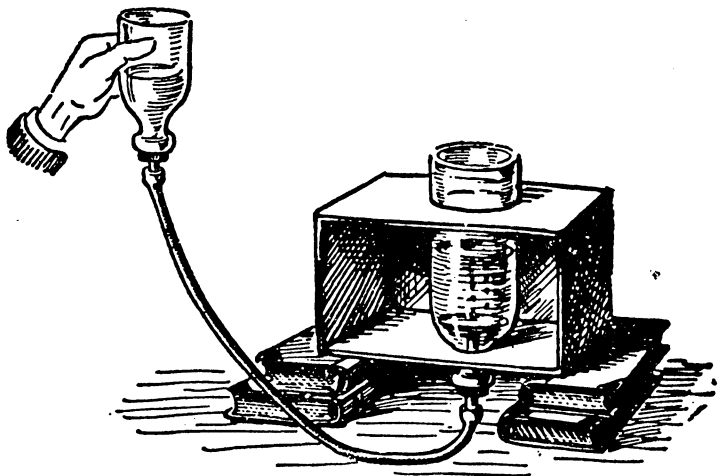
Pokus 75

Nezvyčajná hra kryštálov

Tento pokus bude od nás vyžadovať trochu väčšiu prípravu. Myslím si však, že je to pokus dostatočne zaujímavý a že nám našu námahu vynahradí.

Dúfam, že na konci tohto pokusu sa aj vy stotožníte s mojím názorom.

Nájdeme si nejakú fľašu bez dna. Hrdlo zazátkujeme a cez zátku prevlečieme tenkú sklenú rúrku, tzv. kapilárnu trubicu — ako je napr. sklená rúrka teplomera, v ktorej je ortuť.



Obr. 56. V spodnej fľaši robia kryštály zaujímavý pohyb

Akým spôsobom sa odstraňuje z fľaše dno a ako sa robí kapilárna trubica, dozvedeli ste sa v našom „fyzikálnom kabinete“, v ktorom sme spoločne strávili desať zábavných dní s fyzikou — tiež pomocou takejto knihy.¹⁾ Tí, ktorí fyzikálne pokusy nerobia, nájdu vysvetlenie postupu na konci tejto knihy, kde sa hovorí o zariaďovaní nášho chemického laboratória.

Na koniec sklenej rúrky, ktorá vyčnieva z fľaše, nasadíme gumovú hadičku a na druhý koniec gumovej hadičky navlečíme rúrku skleného lievika. Takto získame dve spojené nádoby: na jednej strane gumovej hadičky máme lievik, na druhej strane je fľaša bez dna — obrátená dolu hrdlom.

Ak nemáte sklený lievik, poslúži vám dobre ešte jedna fľaša bez dna, so širšou sklenou rúrkou v zátke.

Lievik pripevníme na nejaký podstavec tak, aby bol vo výške jedného metra nad stolom a fľašu s kapilárnou trubicou pripevníme na druhý podstavec — asi desať centimetrov nad pracovným stolom.

Dúfam, že ste si urobili pre vaše laboratórium viacero podstavcov. Ak nie, tentoraz sa zaobídete aj bez nich. Fľašu

¹⁾ Autor spomína svoju knihu Medzi hrou a fyzikou, ktorá tak isto vychádza v nakladateľstve Alfa (pozn. red.).

niečím podopriete, aby stála v pokoji obrátená dolu hrdlom a lievik budete držať v ruke, v požadovanej výške nad fľašou.

Teraz už môžeme začať robiť náš pokus.

Nalejte do fľaše, cez jej otvorené dno, troška glycerolu. Na tenkú vrstvu glycerolu nalejte veľmi pozorne jodid draselný.

Do lievika nalejte roztok dusičnanu olovnatého.

Dusičnan olovnatý prejde gumovou hadičkou, pretlačí sa cez kapilárnu trubicu, cez vrstvu glycerolu a pri dotyku s jodidom draselným vzniká jodid olovnatý vo forme žltých ihličkovitých kryštálov.

Kryštály vystupujú až do výšky jodidu draselného a potom zasa padajú dole, pričom opisujú veľmi pekné krivky.

Pokus potom trochu pozmeníme. Namiesto fľaše s jodidom draselným vezmeme fľašu s roztokom salmiaku.

Ako spraviť túto zámenu tak, aby sa nám kvapaliny nevyliali?

To je jednoduché. Fľašu zdvihneme nad lievik, stiahneme z nej gumovú hadičku — roztok dusičnanu olovnatého sa takto z lievika nevyleje. Sklenú rúrku, ktorá vyčnieva z fľaše, zakryjeme na okamih prstom, potom vhodnou zátkou. Vtedy môžeme navliecť gumovú hadičku na novú fľašu s roztokom salmiaku, postavíme ju pod úroveň lievika, aby roztok dusičnanu olovnatého mohol tiecť z lievika do fľaše.

A už môžeme pozorovať, ako sa v roztoku salmiaku dvíhajú malé biele kolieska, pripomínajúce kúdoliaci sa dym. Dosiahnu hladinu a padajú naspäť v podobe obrátených hríbov.

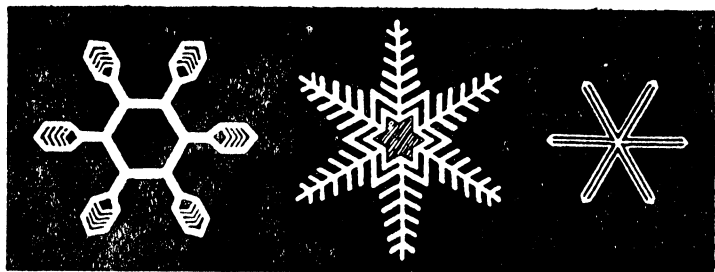
Pokus 76

Ľadové kvety na oblokoch

Nemusím vám, dúfam, vysvetľovať, že ľadové kresby, ktoré sa cez zimné rána trblietajú na obločných sklách, nie sú ničím iným, ako kryštálikmi ľadu.

Koľko razy nám bolo ľúto, keď sa pred našimi očami táto neobyčajná krása po dopade prvých lúčov slnka rozplynula. Ľadové kvety zmizli a my sme ľutovali, že ich na skle nemôžeme zachovať, alebo že nám nezostane aspoň ich obrázok.

Chceli by ste sa teraz o niečo také pokúsiť?



Obr. 57. Kryštáliky snehu

Oblejte dajakú sklenú tabuľku vodou, do ktorej ste predtým dali miniový prášok. Počakajte však s týmto pokusom na pekný zimný deň, keď mrzne. Tabuľku vynesť na dvor alebo na balkón.

Tenka vrstva vody na skle zamrzne a vytvoria sa také isté neobyčajne pekné ľadové kryštáliky ako v zime na oknách. Drobučké kryštáliky ľadu stiahnu so sebou aj drobné častice mínia a spolu vytvoria ľadové kvety na skle.

Potom, keď sa ľad roztopí a voda vyparí, častice mínia zostanú na pôvodnom mieste. Tentoraz po vyparení vody, kresby zo skla nezmiznú.

Treba už iba akýmsi spôsobom zafixovať kresbu na skle. Na tento účel môžete použiť akýkoľvek priesvitný lak. Alebo môžete sklenú tabuľku postriekať aj arabskou gumou a nechať stuhnúť.

Keď tabuľku s takouto kresbou položíte na fotografický papier a osvetlíte ho, dostanete veľmi peknú fotografiu ľadovej kresby, kde samotná kresba bude biela a základ čierny, čo iba zvýrazní krásu ľadových kryštálikov.

Pokus 77

Kvety na skle — aj bez mrazu

V teplom letnom popoludní alebo cez zimný večer v teplej izbe môžete ponúknuť svojim priateľom, že aj bez mrazu pripravíte na skle umelé kvety, ktoré sa budú podobáť známym ľadovým kvetom.

Rozpustíte vo vode trocha gleja a potom z tejto vody pripravíte roztok síranu zinočnatého.

Roztokom natrite sklenú tabuľku.

Vyparovaním vody vznikne postupne presýtený roztok a na sklenej tabuľke sa budú usadzovať kryštáliky síranu zinočnatého. Glej ich bude viazať na tom mieste, kde sa nachádzali dovtedy, kým sa voda nevyparila.

Pekné kresby na skle získate aj vtedy, keď použijete síran horečnatý. Pokus robte presne tak, ako so síranom zinočnatým.

Vezmete asi do štvrti pohára vody, nalejete ju do hrnčeka alebo konzervovej plechovky a dáte na oheň. Síran zinočnatý pridávate dovtedy, kým nie je roztok nasýtený. Spotrebujete približne 3 až 4 kávové lyžičky síranu horečnatého.

Odložte roztok z ohňa a pridajte do neho dve až tri kvapky obyčajného gleja. Keď sa lepidlo rozpustí, natrite sklenú tabuľku týmto roztokom. Môžete na to použiť kúsok vaty.

O niekoľko minút sa začnú pred vašimi očami objavovať biele kryštáliky síranu horečnatého vo forme ihličiek, ktoré budú rásť a šíriť sa všetkými smermi, vytvárajúc pekné obrazy.

Pokus 78

Kulisy pre naše divadlo

Potrebujeme kulisy pre bábkové divadlo — čarovnú kryštálovú dvoranu, v ktorej je všetko — i najmenšia drobnosť — zo samých kryštálov?

Naše chemické laboratórium je schopné vyriešiť aj takúto, nie celkom jednoduchú úlohu.

Pripravte si roztok kamenca, prefiltrujte ho a potom varte dovtedy, kým sa polovica vody vyparí.

Vylejte takto koncentrovaný roztok, kým je ešte horúci, do nejakej hlinenej nádoby a namočte do roztoku predmet, ktorý chcete obaliť do kryštálového rúcha. Ak povrch predmetu nie je dosť drsný, oviňte ho najprv vlnenou priadzou, lebo na tú sa kryštáliky prichytia veľmi ľahko.

Aby naša kryštálová dvorana bola čo najkrajšia, jednotlivé predmety sa vynasnažíme obaliť do kryštálov rôznych farieb. Roztok kamenca prifarbíme počas varenia šafránom, ak chceme mať žlté kryštáliky; čiernym tušom, ak chceme mať čierne; indigom rozpusteným v kyseline sírovej, ak chceme belasú farbu kryštálov; rumelkou, ak chceme červené kryštáliky.

Pohľad do Demänovskej jaskyne

Rozhliadneme sa trochu po jaskyni Slobody! — navrhnete príležitostne svojim priateľom.

Výborne! Už sa tešíme! Ale kto nám zaplatí cestu?

V tom je práve ten figel! Z izby sa ani nehne a sceneriu Demänovskej jaskyne budeme môcť užívať, koľko sa nám len zachce.

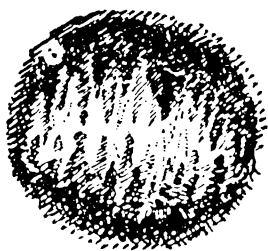
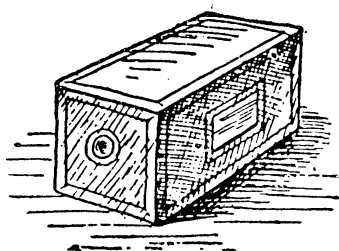
Nájdite si doma nejakú drevenú alebo plechovú škatuľu. Na oboch najvzdialenejších stranách škatule urobte okrúhly otvor. Na bočných stenách urobte väčšie hranaté otvory a zaľepte ich sklenými tabuľkami. Bočné otvory so sklom robte len v tom prípade, ak máte lepidlo, ktorým dokážete sklo prilepiť na škatuľu tak, že medzi papierom a sklom nepretečie žiadna kvapalina. Ak nemáte možnosť sklo prilepiť tak dobre na škatuľu, posluží vám aj bez bočných otvorov.

Vnútro škatule obložte kúskami flanelu.

Jeden okrúhly otvor zazátkujte a cez druhý nalejte do škatule horúci roztok kamenca. Na 100 gramov vody použite 12 gramov kamenca. Potom zazátkujte aj druhý otvor a škatuľu nechajte položenú naležato.

a.

b.



Obr. 58. „Pohľad do jaskyne“ v škatuli: a — vonkajší pohľad, b — vnútorný pohľad

Nesmiete ňou pohnúť najmenej 24 hodín. Za ten čas sa roztok kamenca ochladí a na kúskoch flanelu sa v škatuli uchytiť krásne malé kryštáliky.

Škatulu otvoríte a vylejete z nej vodu. Na jeden z okrúhlych otvorov pripevníte zväčšovacie sklo. Bolo by dobre, keby sa vám podarilo nájsť také zväčšovacie sklo, ktorého ohnisková vzdialenosť zodpovedá približne dĺžke škatule. Druhý otvor

upravíte tak, aby sa tam dali vkladať sklíčka rozličných farieb — podľa toho, akou farbou chcete mať osvetlenú vašu „jaskyňu“.

Keď už bude všetko pripravené, môžete pozvať svojich priateľov na sľúbenú exkurziu — na takú, počas ktorej sa ani nehnete z izby.

Jedno oko zatvoríte a druhým pozeráte cez šošovku do škatule. Otvor, ktorý sa nachádza na protiľahlej strane škatule, nastavte pred nejaký zdroj svetla.

V škatuli budete vidieť krásny obraz podzemnej jaskyne, ktorá je priam obsypaná množstvom stalaktitov a stalagmitov.

Pokus 80

Hory pod snehom

Filmujeme zimné zábery skalnatých tatranských brál — hlási náš filmový režisér. Pripravte potrebnú dekoráciu!

Naše chemické laboratórium má tu, pravda, svoj podiel. Svoju úlohu musí splniť — požadovaná dekorácia musí byť!

Do roztoku dusičnanu zinočnatého dáme kúsky šťaveľanu amónneho.

Čoskoro získame šťaveľan zinočnatý, ktorého nerozpustná usadenina sa veľmi podobá na hornaté a strmé tatranské strány, keď sú pokryté snehom.

My sme teda v našom laboratóriu svoje splnili. Pripravili sme dekoráciu v pohári na vodu. Je pravda — že ešte bude musieť režisér dobre porozmýšľať, ako by sa dala scéna pomocou takejto dekorácie aj natočiť.

Pokus 81

Záhrada v pohári

O tom, že chémia poskytuje veľkú pomoc poľnohospodárstvu, zeleninárstvu, záhradníctvu, kvetinárstvu a lesnému hospodárstvu, sme už všetci počuli — hoci vlastne nemáme dosť jasnú predstavu o tom, ako vlastne chémia týmto odvetviam pomáha. Ak však chcete tvrdiť, že v pohári na stole, pomocou dvoch chemikálií a len chemickou cestou vyrastie košatý strom — a to všetko pred očami prítomných — to

vám nebude veriť nik — aspoň nie dovtedy, kým sa nepresvedčí.

V poriadku — povieť. Pozrite sa na tento pohár, ktorý stojí pred vami na stole! Čo je v tom pohári?

Vezmete kúsok lakmusového papiera a namočíte rožtek do kvapaliny v pohári.

Kyselina — povedia prítomní, lebo lakmusový papier sčervenal.

Aká je to kyselina?

Je to kyselina dusičná, rozriedená. A čo je ešte na dne pohára?

Vyzerá to ako železné piliny.

Tak je — povieť, a pridáte do pohára ešte trošku uhlíčanu draselného.

Obsah pohára začal prudko vriieť a pred našimi očami sa začnú drobné kryštálky pohybovať a formovať do tvaru širokého, košatého stromu.

Pokus 82

Strieborný strom

Ak budete mať možnosť urobiť aj tento, troška drahší pokus, budete zaiste spokojní, keď sa v pohári na stole objaví strieborný strom, podobný zlatým a strieborným stromom z rozprávok o vílach.

Vezmeme 6 dielov nasýteného roztoku dusičnanu strieborného a pomiešame ho so 4 dielmi nasýteného roztoku dusičnanu ortuťnatého. Do tejto zmesi pridáme 30 dielov destilovanej vody.

V druhej nádobe si pripravíme amalgám, ktorý sa skladá z 5 dielov ortuti a jedného dielu striebra. Tento amalgám dáme na dno nejakého hlbokého, podlhovastého pohára, do ktorého pridáme predtým pripravené roztoky.

Za určitý čas sa vytvoria kryštálky, ktoré sa zgrupujú vo forme stromu.

Podobný efekt môžeme dosiahnuť aj jednoduchším spôsobom.

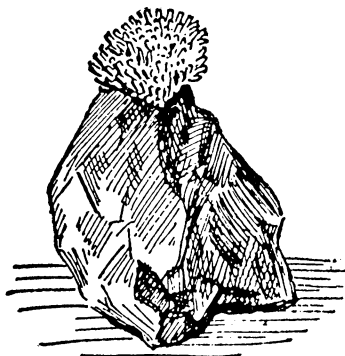
Keď do pohára nalejeme rozriedený roztok dusičnanu strieborného a potom pridáme kvapku ortuti, dostaneme tak tiež usadeninu strieborného amalgámu vo forme košatého stromu.

Zlatý a strieborný mach

Medzi rozličnými „rastlinami“, ktoré sme si vyrobili v našom chemickom laboratóriu, naši návštevníci veľmi obdivovali a označovali za skutočne nezvyčajné exempláre zlatý a strieborný „mach“.

Vysvetlíme im, ako sme „mach“ robili.

Do jednej skúmavky sme dali kúsok galenitu. Galenit je olovnatá ruda — je to vlastne sírnik olovnatý.



Obr .59. „Strieborný mach“

Do druhej skúmavky sme dali kúsok pyritu. Pyrit je železná ruda, t. j. sírnik železnatý.

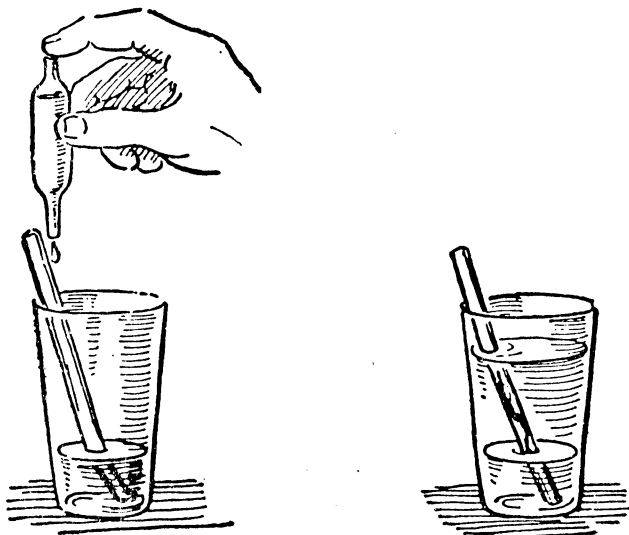
Do skúmavky s galenitom sme naliali dusičnan strieborný rozriedený vodou a do skúmavky s pyritom zasa roztok chloristanu zlatného (AuClO_4).

Po ôsmich dňoch sa na galenite usadili krásne strieborné kryštály a na pyrite kryštály zlaté. Obe usadeniny sa veľmi podobajú striebornému a zlatému machu.

Chemické popínavé rastliny

Pri tomto pokuse si chceme pripraviť jednu „chemickú bylinku“, ktorá sa bude vinúť okolo malej paličky práve tak, ako to býva v záhradkách, kde sa drobné popínavé rastliny plazia a vinú po rebríkoch, ktoré im na tento účel pripravujú.

Nalejeme do hlbokého pohára alebo do skúmavky koncentrovaný roztok chloridu cinočnatého a kyseliny chlorovodíkovej.



Obr. 60. Pripravujeme „chemické popínavé rastliny“

Do pohára postavíme cínovú tyčku a potom po nej pomaly nalievame vodu. Môžeme použiť aj kvapkadlo, aby tiekol po tyčke celkom tenučký prúd vody, lebo je veľmi dôležité, aby sa voda udržala na roztoku chloridu cinočnatého, aby sa pri dolievaní kvapaliny nepomiešali.

Čoskoro sa na cínovej tyčke uchytiť jasné kryštály, ktoré sa podobajú nejakej popínavej rastline.

Podobné pokusy môžeme skúšať aj s inými kovmi.

Keď namiesto chloridu cinočnatého použijeme chlorid kademnatý, dostaneme veľmi zaujímavé zoskupenie kryštálov: pyramídu, ktorej základňa sa nachádza v tej rovine, kde sa stretávajú obe kvapaliny. Kryštáliky vytvárajú na vrchu pyramídy veľmi jemnú mriežkovitú vzorku, nad ktorou môžeme pozorovať hubovitú vrstvu kadmia.

Tento úkaz spôsobuje elektrický prúd vznikajúci vplyvom dotyku cínu, prípadne kadmia s kyselinou chlorovodíkovou, v ktorej sa rozpúšťajú chlorid kademnatý i cinočnatý, ako aj

v dôsledku dotyku týchto dvoch kvapalín na ich dotykovej ploche.

Pokus 85

Ešte jedno zátišie zo striebornej záhrady

Na sklenú tabuľku prilepíte niekoľko zinkových alebo aj medených pásikov.

Tabuľku potom oblejte rozriedeným roztokom dusičnanu strieborného.

Po niekoľkých hodinách zájdite do vášho laboratória a uvidíte, čo ste získali.

Okolo medených alebo zinkových pásikov „vyrástli“ jasné strieborné kríky.

6. Nástup

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Ako vysvetlíte podstatu kryštálu? Kde sa berú jeho pravidelné geometrické tvary?

V každom prípade treba odpoveď hľadať niekde tam, kde sa pohybujú najdrobnejšie častice kryštálov — molekuly.

Molekuly plynov majú možnosť slobodne lietať v priestore na všetky strany, môžu sa navzájom zrážať, vracieť sa naspäť a opäť sa stretávať. Molekuly vody už nie sú natoľko slobodné. Nemôžu tak voľne lietať ako molekuly plynov, no predsa len môžu „pobiehať“ pomerne slobodne v určitom ohraničenom priestore. Avšak molekuly tuhých látok si už musia povinne „držať svoje miesto“ — môžu iba trochu prešľapovať na mieste.

Molekuly niektorých tuhých látok sú usporiadané do takej „hromady“, ako povedzme stádo oviec — bez dajakého osobitného poriadku. Sú to tzv. amorfné látky, ktoré nekryštalizujú, ale vytvárajú veľmi rozmanité zoskupenia, bez akéhokoľvek vnútorného usporiadania.

No molekuly niektorých tuhých látok sa podriaďujú určitému poriadku. Každá molekula týchto látok sa nachádza v určitom a vždy rovnakom vzťahu voči iným molekulám. Ba aj atómy, z ktorých sa takéto molekuly skladajú, musia zostávať navzájom medzi sebou v určitom záväznom postavení.

Vezmite si napr. kryštál kuchynskej soli. Molekula kuchynskej soli sa skladá z jedného atómu sodíka a jedného atómu chlóru. V kryštáli kuchynskej soli sú molekuly usporiadané tak, že vždy medzi dvoma atómami sodíka sa nachádza jeden atóm chlóru a medzi dvoma atómami chlóru sa nachádza jeden atóm sodíka. Takto: sodík, chlór, sodík, chlór

atď. — vo všetkých smeroch v každom kryštáli a to vo všetkých troch dimenziách (rozmeroch).

Hoci sú molekuly a atómy vždy „nastúpené“ a „držia“ si svoje miesto, nemyslite si, že stoja bez pohybu. Skôr by sa dalo povedať, že majú „voľno na mieste“. Všetky — držiak si svoje miesto vo vzťahu k iným — oscilujú, chvejú sa a pohybujú sa do určitej miery.

My sme však pri niekoľkých pokusoch videli, že sa nám niektoré kryštály pri zohrievaní rozpadli a stratili svoj pôvodný tvar.

Veru je to tak. Pri zvyšovaní teploty začne byť ten ich „pohyb na mieste“ oveľa živší — dokonca postupne natoľko živý, že celkom naruší ich vnútorný poriadok. Tak, ako keď niekedy stoja žiaci veľmi dlho nastúpení pred nejakou slávnosťou a majú „voľno na mieste“. Ak sa pritom dvíha na oblohe slniečko a jeho lúče začínajú viacej páliť — začnú sa aj žiaci pohybovať na jednu i na druhú stranu, hľadajúc chládkov. Nakoniec sa celý útvar rozpadne.

Musíme mať na pamäti aj to, že v kryštáloch nie sú len molekuly zlúčeniny, ktoré kryštál vytvára, ale že každá molekula môže ešte viazať na seba aj určitý počet molekúl vody. Také niečo sme celkom pekne videli pri našom 65. pokuse. Napríklad jedna molekula síranu meďnatého, ktorý je inak bezfarebný, viaže v jednom kryštáli 5 molekúl vody a tým kryštál získava belasú farbu. V takomto prípade napíšeme chemický vzorec síranu meďnatého takto: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

Podľa tvarov kryštálu možno určovať mnohé zlúčeniny, lebo tvar kryštálov je pri určitej teplote stály.

Tuhé látky sa oveľa častejšie vyskytujú v kryštalickej podobe, než by sa na prvý pohľad zdalo. Mnohé z nich totiž tvoria natoľko drobné kryštálíky, že ich bez mikroskopu nevidíme. Príkladom takejto kryštalickej podoby sú kovy.

Kryštály, ktoré sa nachádzajú v prírode, vznikali v dávnych geologických obdobiach, keď chladla kvapalná, rozžeravená zemská hmota.

Morské dno v pohári

Chcete pripraviť na dne pohára pred očami vašich priateľov verný model morského dna pomocou svojich chemických prostriedkov?

Zaiste chcete — inak by sme sa predsa neboli stretli pri tejto našej spoločnej záľube.

Aj v našich filmových ateliéroch práve potrebujú zábery z morského dna pri natáčaní filmu zo života lovcov perál.

Do pohára nalejte horúci roztok dusičnanu olovnatého a potom do neho vhoďte tuhý, kompaktný kúsok salmiaku.

Čoskoro zbadáte, ako sa z kúska salmiaku dvíhajú bubliny, sprevádzané belavými pásmi. Sú to vlastne častice chloridu olovnatého, ktorý vzniká pri rozklade dusičnanu olovnatého a salmiaku. Belavé pásy, ktoré vidíte dvíhať sa nahor, budú postupne väčšie a väčšie a za štvrt hodiny môžu dosiahnuť dĺžku až 8 centimetrov.

Máte možnosť pozorovať krásny obraz vegetácie, podobný tej, ktorá sa dá vidieť iba na morskom dne. Táto neobyčajná „morská flóra“ bude natoľko tuhá a odolná, že ju možno zachovať nepoškodenú aj vtedy, keď veľmi pozorne vylejete kvapalinu z pohára.

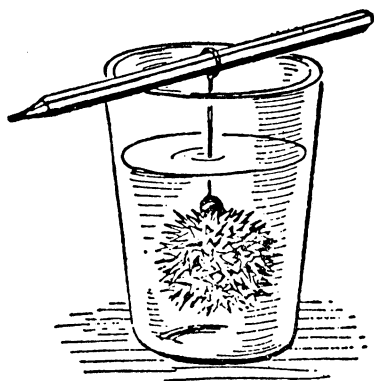
Ak si želáte, aby celková ilúzia morského dna bola ešte pôsobivejšia, môžete pred začatím pokusu vhodiť do pohára niekoľko kamienkov.

Roztok pripravujte tak, že na 150 mililitrov vody dáte približne 45 až 60 gramov dusičnanu olovnatého. V tom prípade by mal mať kúsok pridaného salmiaku veľkosť asi jedného kubického centimetra. Bude dobre, ak do roztoku pridáte ešte 5 až 6 kvapiek kyseliny dusičnej.

Morský jež

Staťo sa vám niekedy — ak ste už boli pri mori — že ste si dopíchali nohy na morskom ježovi? Alebo ste aspoň počuli, že v mori sa nájdu aj takéto zvieratká. A ak neviete, ako taký morský jež vyzerá, alebo práve preto, že to neviete, bude dobre keď si urobíte aj tento pokus.

Upozorníte svojich priateľov, že ak by sa kúpali v pohári vody, ktorý je na stole, zaručene by stúpili na ježa.



Obr. 61. „Morský jež“ v pohári vody

Ani pri najlepšej vôli sa v pohári nemôžu kúpať, ale vôbec neurobíte chybu, ak im aj bez toho ježa v pohári ukážete; veď väčšina ešte nevidela ani takého ježa, ktorý sa vyskytuje u nás, nie to ešte ježa morského!

Pravdaže, ako si prítomní želajú! Ukážem — môžete smelo sľúbiť priateľom.

Do pohára, nie celkom naplneného roztokom chloridu ciničitého, ponoríte na drôte zavesenú zinkovú guľku.

Zinok zapríčiní vylučovanie cínu z roztoku vo forme pekných lesklých ihličiek, ktoré sa prichytia na zinkovú guľku.

Asi za hodinu sa reakcia skončí a všetci budú môcť obdivovať v pohári guľatý predmet, na ktorom sú tisícky lesklých ihličiek. Celé sa to bude skutočne podobať na morského ježa — okrem toho, že tento náš nebude mať tmavú farbu.

Pokus 88

Miniatúry lesa

Chcete si spraviť zdrobnelinu lesa v pohári, alebo na dne akejkoľvek sklenej nádoby?

Do rozriedeného roztoku kremičitanu draselného vhoďte kryštáliky síranu meďnatého.

O nejaký čas budete môcť vidieť v pohári skutočný les tmavozelenej farby.

Ak namiesto síranu meďnatého vhodíte kryštál síranu železnatého, vyrastú vám kričky hnedej farby.

Najlepšie bude váš model zodpovedať skutočnosti vtedy, keď pomiešate síran meďnatý so síranom železnatým a vhodíte ich spolu do roztoku. V pohári budete mať potom striedavo prúty hnedej a zelenej farby.

Ďalej pridáte ešte aj trochu síranu kobaltnatého, budete mať medzi hnedým a zeleným odtieňom vášho miniatúrneho lesa premiešanú aj krásnu ružovú farbu.

Pozrite si pozorne vaše „prútie“ v pohári. Všetky „lodyhy“ sú naklonené pod takmer rovnakým uhlom.

Urobte pokus ešte raz, ale použite roztok, ktorý bude viac koncentrovanejší. Zbadáte, že uhol, ktorý „lodyhy“ v pohári zvierajú oproti kolmici, bude ostrejší.

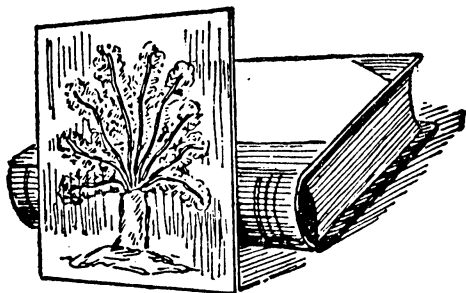
Čím nasýtenejší roztok používate, tým je uhol, pod ktorým rastú vaše prúty v pohári, ostrejší.

Pokus 89

Strom so striebornou korunou

Náš chemický „sad“ si doplníme ešte jedným stromom, ktorý bude mať strieborné lístie.

Na kúsok kartónu nakreslíme kmeň stromu, ako vyrastá zo zeme. Kresbu zeme a kmeňa bez vetiev vystrihneme a prilepíme na sklenú tabuľku. Potom spravíme nakreslenému kme-



Obr. 62. „Strieborný strom“

ňu vetvy z tenkého medeného drôtu a prilepíme ich aj s kresbou pomocou lepiacej pásky na sklo. Drôt však predtým dobre očistíme.

Sklenú tabuľku položte ležato, oblejte ju rozriedeným roztokom dusičnanu strieborného a uložte tak, aby bola v tme a bez pohybu.

Na druhý deň sa choďte pozrieť, čo sa objavilo na sklenej tabuľke. Strom už má strieborné vetvy s hustým strieborným lístím, ktoré sa ešte stále rozmnožuje — dovtedy, kým sa roztok nevysuší.

Pokus 90

Chemické kvetiny — v kvetináči

„Aká je to rastlina?“ — spýtate sa svojich priateľov botanikov a ukážete im kvetináč, v ktorom vidia neobyčajnú rastlinu s veľkým množstvom vetvičiek. Môžu si ju poobzerať zo všetkých strán, a predsa nakoniec budú musieť priznať, že veru takú rastlinu ešte nikdy nevideli, ani ju nemajú vo svojich herbároch, ba že veru nie je ani v zbierkach botanického kabinetu. Niektorému dozaista príde na um, že hádam to ani rastlina nie je, ale že znovu ide o nejaký váš „umelý chemický výmysel“.

Tak vám teda poviem, že je to rastlina z rodu „chemikacea“ vysvetlíte odborne — a tvárite sa, ako že ste väčšími znalcami botaniky, než vaši priatelia z botanického krúžku. — „Vyskytuje sa a rastie takmer vo všetkých chemických laboratóriách sveta!“

Potom už prečítate z vášho denníka priebeh pokusu, pri ktorom vám „vyrástla“ táto zázračná rastlina.

Zaliali sme uhličitan draselný kyselinou sírovou tak, že bol celkom ponorený. Potom sme čakali, kým sa kyselina vyparí. Dostali sme takýmto spôsobom bielu masu. Túto masu sme dali do kvetináča a zaliali ju studenou vodou. Potom sme to vynesli na vzduch. .

To bol celý postup. V priebehu niekoľkých dní sa v kvetináči rozvil náš neobyčajný „umelý chemický výmysel“ — keď už kvetinu tak pomenovali naši botanici.

Opäť použijeme elektrický prúd

Naša zbierka kryštálov by bola veľmi neúplná, keby sme v nej nemali niekoľko kryštálov rozličných kovov. Kryštály kovov získame pomocou elektrického prúdu.

Pripravíme si veľmi slabý roztok kuchynskej soli. Do tohto roztoku vložíme sklenú rúrku tak, že rúrka v roztoku visí. Spodok rúrky sme predtým zapchali kúskom vaty a naplnili ju roztokom síranu meďnatého. Aby sa v rúrke udržal stále rovnako koncentrovaný roztok síranu meďnatého, zasunieme do nej ešte jednu tenšiu a kratšiu rúrku, ktorá je na konci zúžená, a je naplnená kryštalickým síranom meďnatým. Vo väčšej rúrke by sa postupne roztok ochudobňoval, keby z menšej rúrky cez jej zúžený koniec nepribúdala nový síran meďnatý. Tým sa bude udržiavať v podstate rovnaká koncentrácia roztoku vo väčšej rúrke.

Potom vložíme jednu železnú platničku (asi 1 cm širokú a 3 cm dlhú) do roztoku síranu meďnatého vo väčšej rúrke a jednu zinkovú platničku do roztoku kuchynskej soli. Obe platničky sú spojené drôtom.

Po určitom čase sa začnú v roztoku vytvárať drobné kryštáliky medi. Asi o týždeň kryštáliky narastú a vytvoria krásnu lesklú medenú masu.

Podobným spôsobom môžeme redukovať horčík, železo, antimón, striebro, bizmut, hliník, ale aj tie kovy, ktoré ľahko oxidujú, z roztokov ich solí.

Jesenná krajina

Pre naše filmové ateliéry pripravíme aj krajinku, ktorá bude mať typické jesenné zafarbenie. Ved', pokiaľ ide o pestrosť farieb, nemôže prekonať jeseň ani jedno z ostatných ročných období.

Do roztoku dusičnanu olovnatého vhodíme kúsok dvojchrómanu amónneho. Veľmi rýchlo sa začnú vytvárať kryštálové hroty nerozpustného chrómanu olovnatého.

V pohári sa začne formovať jesenná krajina, typická svojimi zlatistými, žltými a hnedými farbami opadávajúceho lístia, ktoré v našom prípade nahradí žltá farba chrómu.

Keby náš film bol farebný, veru by sa skutočne oplátilo urobiť aj viac záberov tejto jesennej krajiny.

Pokus 93

Kto vymenil ruže?

Takto sa opýta tvoja sestra, keď príde večer domov a nájde namiesto krásnych žltých ruží, ktoré si jej na obed dal, celkom obyčajné červené ruže.

„Nik ich nevymenil“ — spokojne odpovieš. Sú to tie isté, ktoré ešte na obed boli žlté.

A hneď jej aj prezradíš, ako to vlastne s tými ružami je.

Keď na kúsku plechu alebo rozbitého taniera zapálite síru a prikryjete to nejakou nádobou tak, aby síra neunikala, a keď pod túto nádobu dáte červenú ružu, o nejaký čas ruža celkom zožltne. Keď potom takúto žltú ružu dáte do vázy s vodou, nadobudne znova za 5 až 6 hodín svoju pôvodnú červenú farbu. Ak by vám bolo dlho čakať tých 5 alebo 6 hodín, a chceli by ste si rýchlejšie zažartovať s tým, komu ste takúto žltú ružu darovali, môžete tento jednoduchý pokus aj urýchliť. Namočíte ružu do veľmi slabého roztoku kyseliny sírovej — o chvíľočku bude ruža znova červená.

Pokus 94

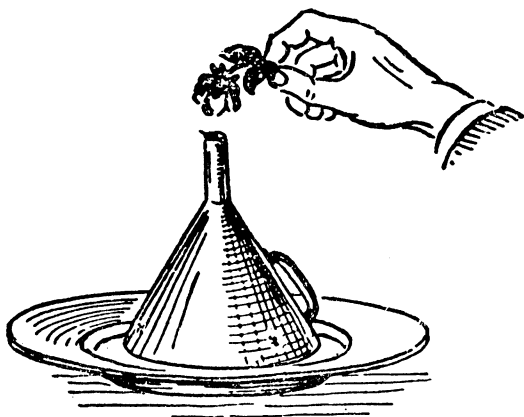
Záhradníci bez konkurencie

Slávny holandský pestovateľ tulipánov Kornelius van Barle, ktorý prvý na svete dopestoval čierny tulipán — ak, pravda, môžeme veriť Alexandrovi Dumasovi a jeho románu — zaručene by zbledol závišťou, keby videl, akým zvláštnym a prekrásnym kvetom sme si ozdobili naše chemické laboratórium.

V sklených skúmavkách, pohároch, téglíkoch, ktoré máme v našom laboratóriu namiesto váz, mávame také kvety, aké sa nedajú vidieť nikde, ani v jednej záhradke na svete.

A predsa ide o celkom obyčajné kvety, aké rastú v každej záhradke, lenže prešli rukami chemikov.

Pozbierali sme teda v záhrade rôzne kvety a potom sme kvietok po kvietku namáčali do veľmi rozriedenej kyseliny dusičnej. Robí sa to tak, že kvet držíte za stopku, ponoríte ho



Obr. 63. Kvet mení farbu nad výparmi čpavku

do zriedenej kyseliny dusičnej a za okamih ho vyberiete von.

Potom necháte kvietok odtiecť a počkáte, kým sa zmení jeho farba. Ešte musíte kvietok dobre vyplákať v čistej vode — ponoríte a preperiete ho, občas obrátite, pohýbete — aby sa z neho kyselina vyprala.

Po vypraní sme my kedysi v našom laboratóriu kvietky dávali do „vázičiek“ a znepokojovali sme nimi prekvapených milovníkov kvetov.

Tí nechápali práve to, že naše kvety mávali také farby, s akými sa oni v prírode nikdy nestretli. Kvety, ktoré sú vždy biele, boli v našom laboratóriu žlté ani citrón; červené kvety získavali u nás oranžovožltú farbu, fialové sa menili na červené, belasé kvety bývali u nás purpurovočervené a žlté sa u nás premenili na krikľavožlté alebo zelené.

Len si predstavte, ako začudovane by hľadeli vaši priatelia, keby vo vašich vázach videli červené fialky, purpurovočervené kvietky nezábudky, alebo zelené kvety inak vždy žltých nechtíkov.

Keď namiesto kyseliny dusičnej použijete roztok uhličitanu draselného, nadobudnú červené kvety fialovú farbu; belasé budú sýtožlté, oranžové alebo aj zelené; žlté zostanú žlté, len trocha sýtejšej farby, prípadne získajú oranžový nádych.

Keď na tanier nalejeme trocha čpavku, tanier potom prikryjeme papierovým lievikom, ktorého koniec sme ustrihli,

takže je tam malý otvor, budú cez tento lievik vystupovať koncentrované výpary čpavku. Nad tento otvor dáme kvety, ktorých farbu chceme zmeniť. Purpurové, belasé a fialové kvety dostanú nad výparmi čpavku farbu zelenú a biele kvety sa zafarbia nažltlo. Pravda, strakaté kvety budú obzvlášť zaujímavé, lebo sa zmení každá z ich pôvodných farieb. Napríklad bieločervené kvety fuksie budete mať vo vašej váze žlté, belasé a zelené.

„Odkiaľ máte tento zvláštny kvet?“ — budú sa pýtať vaši hostia už od dverí, len čo ho zazrú.

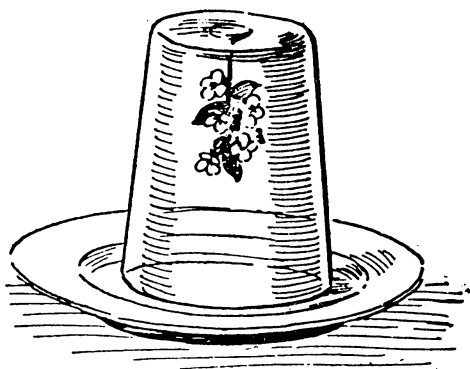
Pokus 95

Prvá cena na výstave kvetov

Vrcholom vášho kvetinárskeho umenia budú prekrásne zamatové pelargónie, nádhernej belasej farby, na niektorých miestach červené, s krásnymi žltými bodkami.

Prvú cenu by ste mali zaručenú na každej výstave kvetov, pravda len v tom prípade, keby pelargónie pochádzali skutočne zo záhradky a nie z nášho chemického laboratória.

Požiadajte niekoho z dospelých, ktorý je s vami v izbe, aby odklepol ešte horúci popol zo svojej cigarety na červené lupene kvetu pelargónie. Na miestach, kde popol dopadne, objavia sa belasé bodky. Takýto bodkovaný kvet bude vyzerať naozaj nezvyčajne.



Obr. 64. Pohár s kvetom položte na tanier, v ktorom je čpavok

Potom môžete lodyhu pelargónie pripevniť voskom na dno pohára tak, aby kvet visel, keď pohár obrátite hore dnom.

Na tanier nalejete trochu čpavku a pohár položíte na tento tanier, otvorom dolu. Pôsobením výparov čpavku zostane kvet belasý, avšak tie belasé bodky, ktoré nám urobil na kvete popol z cigarety, zafarbia sa na žltó.

Pomocou cigaretového popola, môžete si takisto urobiť belasé, zelené alebo aj žlté bodky na mnohých ďalších kvetoch. Na kvetoch slzičiek budú bodky belasé alebo zelené, na hortenzii zelené, na bielych ružiach žlté. Rôznofarebné lupene získajú škvrny rozličných farieb.

Pokus 96

Namiesto vlhkomeru — kvet

Vlhkomer je prístroj, ktorý ukazuje stupeň vlhkosti v ovzduší.

V našom laboratóriu použijeme na tento účel kvietok, ktorý si spravíme z papiera alebo z plátna.

Namočíme dva alebo tri takéto umelé kvety do koncentrovaného roztoku chloridu kobaltnatého a kvietky dáme do vázy.

To vám však budú obdivuhodné kvety! Keď bude ovzdušie vlhké, kvety budú biele. Keď sa vlhkosť v ovzduší zmenší — budeme mať vo váze ružové kvety. Keď bude vlhkosti vo vzduchu celkom málo, budú fialové. A keď bude vzduch veľmi suchý, kvety budú mať belasú farbu.

Táto chameleónska kytica kvetov si zachová pomerne na dlho svoju schopnosť signalizovať nám, aká je vlhkosť povetria. Takýmto spôsobom — teda nepriamo — bude predpovedať aj to, aké sa dá očakávať počasie.

Keď kedysi človek objavil schopnosť chloridu kobaltnatého, ale aj rôznych iných solí, že menia svoju farbu podľa stupňa vlhkosti v ovzduší, prišlo veľmi do módy natierať rôzne predmety soľami kovov. Kreslili sa nimi obrázky na sklo, vyrábali umelé kvety, farbili dáždnyky, tlačili vzory na hodvábnych látkach a ľudia sa obveseľovali pohľadom na premeny farieb, ktoré bolo možné pozorovať pri každej zmene vlhkosti vzduchu.

Veru, bolo to celkom zaujímavé pozorovať, ako sa menia

farby blúzok, ktoré mali vtedajšie ženy oblečené, ako sa na oblozkoch domov objavujú nové obrázky, alebo ako v izbách dostávajú kvety vo vázach nový vzhľad.

Pokus 97

Chcete vedieť, aké bude počasie?

Kto by nechcel?

Každý deň čítame predpovede počasia v novinách, počúvame, čo hovoria o počasi v rozhlase, a ak máme doma barometer (aneroid), pozeráme, aký je tlak.

Ak doma barometer nemáte, zhotovíme si ho v našom chemickom laboratóriu.

Ale bude to veľmi špeciálny barometer! Nazveme ho chemický barometer, lebo na základe chemických reakcií, ktoré sa v ňom budú odohrávať, bude barometer ukazovať, aké má byť počasie a aké premeny môžeme v ovzduší očakávať.

V jednej fľaške si pripravíte roztok gáfru v liehu. Stačí, keď použijete pol gramu gáfru. Gáfor sa najrýchlejšie rozpustí vtedy, keď ponoríte fľašku s liehom a gáfrom do horúcej vody. V druhej fľaške, taktiež v liehu, rozpustíte pol gramu liadku, a v tretej fľaške pol gramu salmiaku.

Potom vezmite úzku podlhovastú fľašu z čistého bieleho priehľadného skla a pomiešajte v nej všetky tri roztoky. Fľašu dôkladne zazátkujte a zapečatíte mäkkým voskom.

To je ten náš chemický barometer. Ako vidíte, nedá nám ani veľa práce, a ani nie je drahý.

Barometer zavesíme na skobu, aby visel voľne vo vzduchu. Zavesť ho na severnej strane domu, nech naň priamo nedopadajú slnečné lúče.

A teraz vám ešte poviem, ako budete vedieť podľa tohto barometra predpovedať počasie.

Keď je zmes vo fľaške *jasná a číra* — bude *pekné počasie*.

Keď je roztok *mútny*, môžete očakávať *dážď*.

Keď sa v roztoku objavia *malé obláčiky* a vznášajú sa v kvapaline, chystá sa *búrka*.

Keď sú *obláčiky* väčšie a nahromadí sa ich viacej, možno očakávať *dážď* alebo *sneh*.

Keď sa v hornej časti fľaše objavia *tenké šmuhy* podobné nitkám — bude *vietor*.

Keď je kvapalina trocha zahmlená — bude vlhké a premenlivé počasie.

Keď sa takáto zahmlenosť roztoku dvíha vo fľaši hore — bude na horách a vo vyšších polohách vetro.

Ak si tento návod k nášmu barometru ťažko zapamätáte, vypracujte si tabuľku, na ktorej budete mať na jednej strane pod sebou označené premeny, ktoré sa vo fľaši odohrávajú a vedľa toho predpovede počasia. Tabuľku umiestite vedľa barometra.

Pokus 98

Žltý vlhkomer

Je to vlastne roztok chloridu meďnatého vo vode, do ktorého sme pridali trochu želatíny. Vezmeme 100 gramov vody, pridáme do nej 10 gramov želatíny a jeden gram chloridu meďnatého.

Týmto roztokom natrieme hárok papiera, sklenú tabuľku, alebo kúsok hocijakej bielej tkaniny.

Účinkom želatíny roztok, ktorý sme natreli, prilipne a štuľne na podklade.

Pri vlhkom počasi bude vrstva chloridu meďnatého bezfarebná. Pri suchom počasi bude mať žltú farbu.

Je pravda, že náš vlhkomer nemá stupnicu, ktorá by nám ukazovala, koľko vlhkosti je vo vzduchu. Nateraz nám stačí aj to, že je vôbec na vlhkosť citlivý.

Pretože v suchom prostredí má náš vlhkomer žltú farbu, nazvali sme ho „žltým vlhkomerom“, na rozdiel od belasého, o ktorom si povieme pri nasledujúcom pokuse.

Pokus 99

Belasý vlhkomer

Na vyhotovenie belasého vlhkomeru potrebujeme len inú soľ — chlorid kobaltnatý — namiesto chloridu meďnatého. Ďalší postup je rovnaký ako pri predchádzajúcom pokuse.

Náter bude bezfarebný vo vlhkom prostredí a belasý vtedy, keď bude vzduch suchý.

Žltá a belasá dávajú — zelenú

To zaiste viete. Aspoň tí, ktorí radi kreslia. Zelenú farbu možno vždy ľahko namiešať tak, keď spolu zmiešate belasú a žltú farbu.

Aj my chceme urobiť v našom laboratóriu zo žltého a belasého vlhkomeru ešte tretí — zelený.

Roztok bude trochu odlišný, než by bol, keby sme pripravili len dva také roztoky, aké sme použili pri výrobe dvoch predchádzajúcich vlhkomerov.

Vezmeme 200 gramov vody, 20 gramov želatíny, 75 gramov kysličníka nikelnatého, 25 gramov chloridu meďnatého a 1 gram chloridu kobaltnatého.

Keď týmto roztokom natrieme sklenú tabuľku, bude vo vlhkom prostredí bezfarebná a v suchom zelená.

Pomocou všetkých troch platničiek, ktorými sme si práve doplnili zbierku preparátov v našom chemickom laboratóriu, môžeme sa vždy presvedčiť, či je v nejakom priestore vlhko, alebo či je vzduch suchý.

V kuchyni býva spravidla vlhko, lebo pri varení uniká para. Keď teda naše tabuľky donesieme do kuchyne, budú bezfarebné.

Veľmi často, najmä v zime, keď sa v izbe dobre zakúri, je tam vzduch veľmi suchý. A suchý a teplý vzduch veru nie je zdravý, lebo vyvoláva potenie a vysušuje sliznicu.

My máme možnosť pomocou našich tabuliek kontrolovať, či je v izbe dosť vlhko. Prenesieme tabuľky z kuchyne do izby. Keď budú mať žltú, belasú a zelenú farbu, máme dokázané, že v izbe je vzduch suchý a že ho treba navlhčiť.

Je to celkom jednoduché. Stačí postaviť na kachle hrniec s vodou. Ak máte ústredné kúrenie, potierajte častejšie vlhkou handrou radiátory, čistite a pravidelne doplňajte vodou odparače na radiátoroch!

Nech nám teraz ešte niekto povie, že naša domácnosť nemá úžitok z nášho laboratória!

7. Chemické rozpory

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Vari sú nejaké rozpory aj v chémii!? Akéže môžu byť spory a nedorozumenia medzi zlúčeninami?

Veru aj v chémii je to tak, ako všade inde.

Do jedného tábora patria tie zlúčeniny, ktoré nazývame kyselinami. V protiľahlom tábore sú tie zlúčeniny, ktoré nazývame zásadami. Tieto dva tábory hľadia na seba veľmi krivo. A keď sa stretnú, nastáva boj; zvíťazí ten, kto je silnejší.

Chemik si však počína vždy tak, že vysielá ešte pred začiatkom stretnutia „špeciálnych prieskumníkov“ — aby vedel vopred, aký je pomer síl.

Títo prieskumníci sa nazývajú „indikátory“. S ich pomocou sa ľahko určuje, či je niektorá zlúčenina kyselinou alebo zásadou. Indikátory majú tú vlastnosť, že keď prídu do styku so zásadou alebo kyselinou, menia svoju farbu. Najznámejším indikátorom je lakmusový papier. Belasý alebo fialový lakmus, ponorený do kyseliny, dostane červenú farbu a červený lakmus ponorený do zásady, zafarbí sa na belaso.

Okrem vlastností, že sa v nich belasý lakmus zafarbí na červeno, majú kyseliny veľa ďalších spoločných vlastností. Predovšetkým sú všetky kyslé. Odtiaľ pochádza aj ich pomenovanie.

Kyseliny vznikajú najmä spojením kyslíčnikov nekovov s vodou. Napríklad z kyslíčnika uhličitého a vody vzniká kyselina uhličitá



Kyslíčnik sírový a voda vytvoria kyselinu sírovú

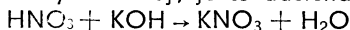


Kedysi sa myslelo, že tým spoločným prvkom, ktorý majú všetky kyseliny, je kyslík. Chemici sa domnievali, že kyslík dáva kyselinám ich spoločné vlastnosti. Práve podľa kyselin dostal kyslík svoje meno. Neskôršie sa však dokázalo, že týmto spoločným prvkom v kyselinách je vlastne vodík. Našli sa totiž aj také kyseliny, ktoré kyslík neobsahujú, ako napr. kyselina chlorovodíková (soľná HCl). Pri styku kyseliny s kovom sa vodík uvoľňuje a jeho miesto zaujme kov. Tento jav je spoločný pre všetky kyseliny.

Prejdime teraz do druhého tábora. Zásady farbia červený lakmus na belaso. Majú lúhovitú, horkú chuť. Rozožierajú pokožku — prsty od nich zostávajú klzké. Všeobecne povedané sú to zlúčeniny s jedným alebo viacerými skupinami kovov, ktoré sa skladajú z jedného atómu vodíka a jedného atómu kyslíka. To sú tzv. hydroxylové skupiny (OH). Napríklad lúh sodný, čiže hydroxid sodný, má vzorec NaOH, hydroxid draselný KOH atď. Táto skupina OH je charakteristická pre všetky zásady.

Zoznámili sme sa s vojskami a teraz sa ešte pozrime na to, čo sa stáva vtedy, keď sa títo protivníci stretnú. Keď pridáme do kyseliny zásadu a ponoríme do nej červený lakmusový papier, uvidíme, ako lakmus postupne stráca svoju červenú farbu. Nestratí ju dovtedy, kým bude kyseliny viac než zásady. Kým zostane kvapalina kyslá, lakmus bude stále — čo ako máličko — červený. Keď získa prevahu zásada, lakmus sa začne farbiť na belaso. Ak pridáme do kyseliny určité primerané množstvo zásady, kvapalina nebude ani kyslá ani zásaditá. Kyselina a zásada sa neutralizujú.

Pozrime sa teraz, čo zostane v takom prípade na bojisku. Keď vezmeme kyselinu dusičnú a prilievame do nej pomaly hydroxid draselný, získame práve vtedy, keď lakmus stratí svoju farbu — akúsi slasnú vodu. Keď sa voda vyparí, ostnú na dne nádoby kryštály liadku, ktorý nie je nič iné, ako draselná soľ kyseliny dusičnej; je to dusičnan draselný



Výsledkom neutralizácie zásady a kyseliny je v každom prípade soľ a voda.

A teraz — skôr než opustíme bojisko — pozrime sa na výzbroj týchto dvoch armád. Vedci zistili, že atómy vodíka v kyselinách majú kladný (pozitívny) elektrický náboj a OH skupina v zásadách má záporný (negatívny) náboj. Tieto elektrické náboje sú tým, čo je skutočne podstatné pre kyseliny

a zásady. Teraz je nám už jasnejšie to, prečo sa vodík aj OH skupina, ktorá má opačný elektrický náboj, tak ľahko zlučujú na vodu, a prečo kov zo zásady a zvyšky kyseliny reagujú a vytvárajú soľ.

Počkať! — tu sme objavili niečo veľmi zaujímavé a veľmi dôležité. To „niečo“ od základu mení náš doterajší názor na kyseliny a zásady. Veď teraz by sme mali azda skôr hovoriť o ich vzájomnej láske, a nie o nepriateľstve.

Možno, že máte pravdu, V každom prípade si našu doteraz zaužívanú predstavu o kyselinách a zásadách doplníme týmto novým poznatkom a budeme ho mať na pamäti vždy, keď budeme pracovať v laboratóriu s kyselinou alebo so zásadou.

Priehľadný — mútny — priehľadný

Môže zamútiť nejaká číra kvapalina inú číru kvapalinu? Spýtajte sa na to svojich priateľov, pripravujúc si medzičasom na stole náradie a chemikálie potrebné na tento váš pokus.

Ten, kto sa s chémiou nezaobrá, odpovie, že to asi nie je možné. Veď prečo by mala nejaká kvapalina, ak je skutočne číra, zakaliť druhú číru kvapalinu? Muselo by byť predsa v tej druhej aspoň niečo kalné, mútné, aby sa ňou dala číra kvapalina zakaliť.

Tí, ktorí sa chémii rozumejú, odpovedia, že veru sa im zdá, že možné to je. Predovšetkým preto, lebo medzi dvoma kvapalinami môže prebehnúť taká chemická reakcia, ktorou vznikne nová, tretia zlúčenina, s celkom osobitnými chemickými a fyzikálnymi vlastnosťami.

No a veru, tí druhí budú mať pravdu. Dokážme to!

Do štvrt pohára vody dajte lyžičku síranu horečnatého, pomiešajte drevenou paličkou alebo sklenou tyčinkou. Kvapalina bude celkom priezračná.

Pridajte trošku čpavku a pomiešajte znova. Kvapalina sa naraz zakalí. Po niekoľkých minútach uvidíte, že sa v pohári usadila akási biela látka. To je hydroxid horečnatý. Keď do zlúčeniny namočíte kúsok červeného lakmusového papiera, zmodrie.

Avšak teraz by sme chceli mať opäť číru kvapalinu. Keďže vieme, že to, čo teraz máme, je zásada, nebude pre nás ťažké urobiť to, čo chceme. Použijeme niektorú kyselinu, aby sme našu zlúčeninu neutralizovali.

Vezmeme teda ocoť a za stáleho miešania ho prilievame do pohára s bielou usadeninou dovtedy, kým sa hydroxid horečnatý nezneutralizuje. V pohári máme znova číru kvapalinu — takú, aká bola na začiatku nášho pokusu.

To, čo sme robili pri tomto pokuse v pohári, robí sa vo veľkom s morskou vodou. Morská voda totiž obsahuje horčík. A horčík sa ťaží z morskej vody tak, že sa zlúčenina horčíka z morskej vody premení najprv na hydroxid horečnatý, potom sa z vody vylúči a len ďalšími chemickými procesmi sa získava čistý horčík vo forme bieleho kovu.

Horčík je veľmi ľahký kov — ľahší než hliník. Možnosti jeho využitia sú skutočne mnohostranné. V ostatných rokoch sa čoraz viacej využíva v leteckom priemysle.

Nebezpečenstvo + nebezpečenstvo = bezpečnosť

V bežnom živote to tak veru nebýva. Keď sa stretnú dve nebezpečné situácie, býva v každom prípade neprijemnosť väčšia, než keby ste mali do činenia len s jednou.

No v chémii to môže byť aj inak. Keď sa zlúčia dve látky, ktoré sú pre organizmus škodlivé, môže vzniknúť tretia látka, ktorá nielenže nie je škodlivá — ale dokonca ju organizmus bezpodmienečne potrebuje.

To by sme radi videli — povieť a možno sa pritom pochybovačne usmejete.

Namerajte si v odmerke 5 mililitrov kyseliny chlór vodíkovej. Nalejte ju do pohára a zalejte 50 mililitrami vody. Pridajte niekoľko kvapiek červenej lakmusovej tinktúry, od ktorej kvapalina v pohári sčerveneá.

Do pohára pridávajte ešte po troške lúh sodný, pričom kvapalinu neustále miešajte. Lúh sodný pridávajte dovtedy, kým červená farba celkom nezmizne a nezačne sa slabúčko sfarbovať do belasa.

Viete, že kyselina chlorovodíková (koncentrovaná) a lúh sodný sú pre organizmus nebezpečné a škodlivé látky. Avšak tá kvapalina, zafarbená trošku na belaso, je naozaj celkom neškodná. Nie je to skutočne nič iné, ako slaná voda.

Nestále vlastnosti vody z kapusty

Z kapusty?

Veru tak. Tentoraz bude mať kapusta v našom laboratóriu veľmi významnú a zaujímavú úlohu.

Čerstvé listy červenej kapusty nadrobno pokrájame. Pokrájanú kapustu dáme do sklenej nádoby, zalejeme horúcou vodou a necháme stáť. Po niekoľkých hodinách vodu precedíme. Takto sme získali číru kvapalinu jasnobelasej farby. Prelejeme ju do fľaše, pridáme trocha liehu, aby nám dlhšie vydržala. Týmto sme obohatili naše laboratórium novou látkou, ktorá je mimoriadne citlivá na farby.

S touto kvapalinou možno robiť veľmi zaujímavé a „farbisté“ pokusy.

Postavíte na stôl do radu päť pohárov — jeden vedľa



Obr. 65. V každom pohári bude kvapalina inej farby

druhého. Vezmete fľašu, v ktorej máte belasú vodu z kapy, a ponalievate ju rad radom do pohárov.

Len si predstavte, s akými pocitmi budú prítomní hľadiť na vás i na poháre, keď sa v každom pohári objaví kvapalina inej farby!

V prvom pohári je kvapalina purpurová, v druhom zelená, v treťom červená, vo štvrtom belasá a v piatom bezfarebná.

Samozrejme, že na začiatku neboli poháre celkom prázdne. V každom bola nejaká iná látka, ale v takom malom množstve, že sa zďiaľky nedalo nič vidieť, a preto poháre skutočne aj vyzerali ako prázdne.

Poháre ste pripravili tak, že do prvého ste dali trošku roztoku síranu hlinitodraselného, do druhého nepatrné množstvo čpavku, do tretieho niekoľko kvapiek sódovej vody, štvrtý pohár zostal prázdny a v piatom bolo niekoľko kvapiek kyseliny siričitej, ktorá vzniká rozpustením kyslíčnika siričitého vo vode.

Keď sa to tak vezme, ani nie je také veľmi dôležité to, či prítomní videli, že v pohároch predsa len čosi je. Naopak! Aj tento pokus, ako všetky výskumy v oblasti chémie — má svoj pôvab i bez akejkoľvek snahy niečo zahaľovať do závojov tajomstva a mágie.

Kapusta ako indikátor

V predchádzajúcom pokuse sme sa oboznámili s neobyčajnými vlastnosťami vody z kapusty. Zistili sme totiž, že mení svoju farbu vplyvom rôznych chemikálií.

Pripravíme si pre naše laboratórium ďalší indikátor z kapusty, lenže iným spôsobom.

Nalejte pohár vody do plytkého kastrólika a pridajte tam asi pol pohárika nakrájanej červenej kapusty. Postavte kapustu na oheň, nech prevrie, a potom ju ešte nechajte asi 15 minút variť na miernom ohni.

Odvar z kapusty prelejte do pohára a nechajte vychladnúť. A to je náš indikátor — vínovočervenej farby.

Len čo kvapalina vychladne, urobte skúšku.

Nasypte do skúmavky trochu sódy bikarbony a pomiešajte s odvarom z kapusty. Červená farba sa zmení na tmavozeľenú.

Pridajte potom do skúmavky trochu octu. Kvapalina začne postupne meniť svoju farbu, až bude znova červená.

Zistili sme, že náš indikátor je dobrý, môžeme ho teda používať.

Pokus 105

Je ten ocot dobrý?

„Pozri sa na tento ocot v tom tvojom laboratóriu“ — povie ti jedného dňa matka, lebo ona už dávnejšie dôveruje tvojim odborným znalostiam z chémie. Mama má totiž dojem, že jej predali ocot veľmi rozriedený vodou. Zdá sa jej akýsi málo kyslý.

A my sa v našom laboratóriu pustíme ihneď do práce, aby sme zverenú úlohu splnili čo najlepšíe.

Aby sme ju skutočne mohli splniť, musíme mať v našom laboratóriu tzv. „normálny“ lúh sodný.

Aký je to ten „normálny“ lúh sodný?

Vtedy hovoríme, že lúh sodný je normálny, keď jeden liter obsahuje jeden mól hydroxidu sodného. Práve tak hovoríme aj o iných zásadách alebo kyselinách, ak sa v jednom litri nachádza jeden mól danej látky, z ktorej je zásada alebo kyselina.

Mól? A čo je to ten mól, čiže grammolekula? Aká je to vlastne miera?

Jeden mól nejakej látky je toľko gramov tejto látky, koľko predstavuje jej molekulová hmotnosť. Napríklad jedna molekula hydroxidu sodného sa skladá z jedného atómu sodíka, jedného atómu kyslíka a jedného atómu vodíka. Molekulovú hmotnosť hydroxidu sodného dostaneme tak, keď zrátame atómové hmotnosti tých prvkov, z ktorých sa hydroxid sodný skladá. Sodík má atómovú hmotnosť 23, kyslík 16 a vodík 1, čo je spolu 40. Preto jeden mól hydroxidu sodného je 40 gramov.

Keď tých 40 gramov čistého hydroxidu sodného rozpustíme v 900 mililitroch destilovanej vody, dostaneme presne jeden liter normálneho lúhu sodného.

Jeden mól čistej kyseliny octovej je 60 gramov, a preto v jednom litri normálnej kyseliny octovej je 60 gramov čistej kyseliny octovej.

Keďže sme si už všetko poznamenali do nášho laboratórneho denníka, môžeme začať s naším pokusom. Tie predchádzajúce údaje budeme potrebovať hneď po skončení pokusu.

Do porcelánovej misky nalejeme presne 10 mililitrov octu. Pridáme niekoľko kvapiek červenej lakmusovej tinktúry.

Potom z odmerky pomaly nalievame do octu normálny lúh sodný. Ocot pritom stále miešame sklenou tyčinkou. Keď začne kvapalina v miske dostávať belasú farbu, presvedčíme sa, koľko lúhu sodného sme vyliali z odmerky.

Povedzme, že to bolo presne 7,6 mililitrov.

Potrebuje teraz vypočítať, koľko je to čistého hydroxidu sodného. Tento údaj dostaneme tak, keď 7,6 vynásobíme 0,04, lebo v jednom litri normálneho lúhu sodného je 40 gramov čistého hydroxidu sodného, kým my pracujeme s mililitrami, čo sú tisícinový kilogram. V 7,6 mililitroch normálneho lúhu sodného je 0,304 gramu čistého hydroxidu sodného.

Musíme vedieť ešte aj to, že jedna molekula hydroxidu sodného neutralizuje jednu molekulu kyseliny octovej. A to znamená, že 40 gramov hydroxidu sodného zneutralizuje 60 gramov čistej kyseliny octovej.

Z toho už ľahko vypočítame, aké množstvo čistej kyseliny octovej v našej miske (označíme ho x), neutralizovalo 0,304 gramov hydroxidu sodného. Vypočítame si to pomocou úmery

$40 : 50 = 0,304 : x$. Bude to 0,456 gramov čistej kyseliny octovej. Teda v octe, ktorý mama kúpila, je 4,56 % kyseliny octovej. A to je málo, lebo najmenej by ho malo byť 8 %.

Len mi prosím nevytýkajte, že som vás chvíľu zamestnával týmito výpočtami. Myslím si, že by nám vaša mama mohla robiť oprávnené výčitky, keby sme v našom laboratóriu neboli schopní urobiť takúto nenáročnú skúšku.

Pokus 106

Neviditeľné písmo

Naši priatelia zo susedného chemického laboratória nám chceli ukázať svoju šikovnosť a poslali nám neobyčajný, neviditeľný odkaz na liste čistého papiera. Také dačo nás veru do rozpakov neprivedie. Veď aj my sme čítali Sherlocka Holmesa (šerloka holmsa), a teda vieme, ako ten slávny detektív čítaval tajné písmo.

Podržíme prijatý hárok papiera nad plameňom sviečky vo vzdialenosti dva až štyri centimetre, pohybujúc ho pomaličky všetkými smermi, aby teplota nepôsobila len na jedno miesto.

O chvíľu sa začnú na bielom papieri objavovať tmavohnedé písmená odkazu.

Aj my im napíšeme odpoveď, nech vidia, že poznáme tajomstvo ich neviditeľného atramentu.

Vezmeme ocot a čistým pierkom napíšeme našu odpoveď na kúsok bieleho papiera. Dáme si záležať, aby sme robili čiary dostatočne hrubé; inak by sa mohlo stať, že by sa list nedal dobre čítať.

Keď sa písmo vysuší, nezostane po ňom ani stopa. Niečo však predsa zostalo.

Na tých miestach, na ktorých sme pierkom naniesli ocot na papier, odohrala sa s papierom určitá premena. Chemickým zložením sa teraz tieto časti papiera podobajú látke, z ktorej sa vyrába celofán alebo filmy do fotoaparátu.

Čo sa vlastne deje vtedy, keď papier zohrievame nad plameňom sviečky?

Tie miesta, na ktorých sme písali octom, vzhľadom na zmenené chemické zloženie, majú bod oxidácie nižší než ostatné časti papiera. To znamená, že chemická zlúčenina,



Obr. 66. Neviditeľné pismo sa objaví nad plameňom sviečky

ktorá vznikla spojením octu a papiera, zlučuje sa s kyslíkom pri nižšej teplote než ostatné časti papiera.

A teraz si môžeme zapísať aj tento pokus do nášho laboratórneho denníka, ale nie tajným atramentom, lebo pri našej vedeckej práci nemajú miesto žiadne tajnosti. Nemáme ich ani my, a preto je náš denník otvorenou knihou pre každého, kto má o ňu záujem.

Pokus 107

Teraz ho vidíte . . . a teraz nevidíte

Pripravíme si taký atrament, ktorý sa bude chvíľu na papieri objavovať a o chvíľu zasa zmizne.

Do pohára s vodou dáme trocha síranu zinočnatého alebo meďnatého a necháme ho vo vode rozpustiť.

Týmto roztokom napíšeme niekoľko riadkov na čistý listový papier.

Písmo bude neviditeľné.

Teraz nám už zostáva iba to, aby sme dokázali, že napísané slová sa dajú aj prečítať.

Najprv si pripravíme chemikáliu potrebnú na tento účel. Bude to voda, v ktorej sme dlho varili jednu dubienku.

Keď namočíme kúsok vaty do odvaru z dubienky

a ním potrieme papier, na ktorom sme písali neviditeľným atramentom — na papieri sa objavia napísané slová.

Možno by ste chceli, aby písmo po prečítaní listu znova zmizlo. Chcete ho také neviditeľné odložiť do svojho archívu.

Namočíte kúsok vaty do rozriedenej kyseliny sírovej a prejdete ňou zľahka po rukopise. Písmo znova zmizne.

A čo, ak sa vám stane, že ste si obsah nezapamätali? Rozmýšľate, čo to tam bolo napísané? Máme ísť spolu, celá „partia“ do kina — ale bolo tam napísané v piatok alebo v sobotu?

Ani v takomto prípade sa nemusíte znepokojovať. Chytíme sa znova do práce a písmo ešte raz vyvoláme.

Namočíme opäť kúsok vaty, ale tento raz do roztoku uhličitanu draselného a prejdeme ním znova po neviditeľnom rukopise. Na papieri sa objavia jasnožlté písmená.

Teraz ho vidíte, a teraz zase nevidíte — práve tak, ako kedysi toho kúzelníka, ktorý vyšiel pred obecenstvo: „Teraz ma vidíte“ — povedal; potom sa skryl za oponu: „Teraz ma nevidíte, a ani ma už nikdy viacej nebudete“ — zakričal prekvapenému publiku a ušiel aj s peniazmi, ktoré vybral za vstupné.

Pokus 108

Vajíčko vo fľaši

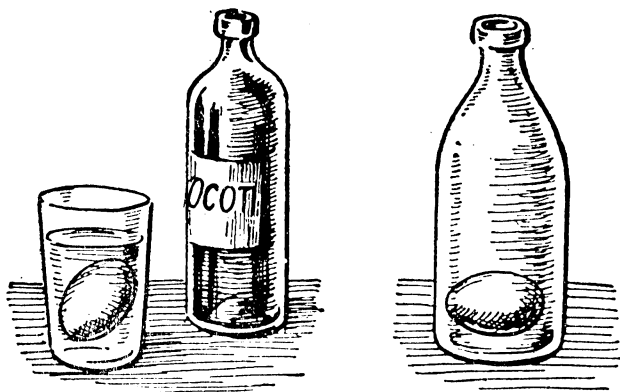
Keď sa dívate na slepačie vajíčko, ktoré je vo fľaši, a tá fľaša má zreteľne užšie hrdlo, než je objem vajíčka, zaiste sa začudujete. Veruže sa spýtate, ako sa vajíčko dostalo do fľaše a pritom zostalo celé?

Ak máte trochu trpezlivosti, nuž s tými znalosťami z chémie, ktoré máte, dokázete aj vy urobiť takýto pokus.

Ponoríte vajíčko do octu a necháte ho tam jeden a pol dňa — najviac dva dni, t. j. tak dlho, aby škrupina vajíčka dostatočne zmäkla. Kyselina octová bude pôsobiť na uhličitan vápenatý, z ktorého je škrupina vajíčka. Tým škrupina zmäkne.

Potom veľmi pozorne vajíčko stláčate prstami a strkáte ho do hrdla fľaše. Fľašu musíte držať ležato, aby vajíčko, keď prejde cez hrdlo fľaše, nepadlo na dno. Nahýbajte pomaly fľašu tak, aby sa vajíčko na dno zošmyklo.

Teraz nám zostáva ešte jedna starosť: zmäknutá škrupi-



Obr. 67. Vajce vo fľaši

na vajíčka musí znova stvrdnúť. Nalejeme do fľaše slabý roztok sódy rozriedenej vodou. Roztok bude treba niekoľkokrát vymeniť, kým škrupina vajíčka postupne nestvrdne.

Pokus 109

Reliéf na škrupine vajca

Azda len nie na krehkej a jemnej vaječnej škrupine? Čím by sme dokázali ryť do tenkej škrupiny vajca tak, aby to škrupina zniesla a nepoškodila sa?

Kladivo a dláto naozaj nemôžeme použiť! Namiesto nás urobí túto prácu nejaká kyselina.

Na škrupine vajca nakreslíme rozpusteným voskom obrázok, ktorý chceme mať na vajíčku. Potom vajce ponoríme do octu alebo do slabého roztoku kyseliny sírovej. Vajíčko necháme v kyseline asi tri hodiny.

Kyselina rozleptá tie miesta, ktoré nie sú natreté voskom.

Keď potom vajíčko vyberiete z kyseliny a umyjete ho, budete mať na ňom taký reliéf, aký ste voskom nakreslili. To, čo bolo zakryté voskom, bude vyčnievať, prehĺbené budú tie miesta, ktoré boli vystavené pôsobeniu kyseliny.

Môžete postupovať aj naopak. Celé vajíčko natriete ochranným lakom, a potom nejakým ostrým predmetom — šidlom alebo ihlou — kreslíte na ochrannej vrstve laku.

Aby sa vám ľahšie kreslilo, zapichnete si ihlu do dajakého držadla.

Ochrannú vrstvu môžete pripraviť z dvoch dielov včelieho vosku, dvoch dielov živice a jedného dielu smoly.

Reliéfy, ktoré budete robiť na škrupinách vajec, budú vždy zaujímavé a celkom dobre ich môžete opatrovať v zbierke vašich chemických trofejí.

Je len škoda, že vajíčka, ktoré zostanú v škrupine, sa pokazia, a tak vyjdú nazmar. Predsa len bude lepšie, keď ich zjete.

Ani nečakám, že sa ma spýtate, ako sa dá zjesť vajíčko tak, aby škrupina zostala celá.

Predpokladám, že to všetci viete.

Urobíte na oboch koncoch vajíčka ihlou po jednej dierke. Jednu dierku priložíte k ústam a silno vtiahnete do seba vzduch. Tlak vzduchu na druhý otvor je oveľa väčší než tlak vzduchu v ústach, preto vajíčko prejde cez dierku do úst, kde je vzduch redší, a tým aj tlak menší.

Skôr, než takéto prázdne vajíčko ponoríte do kyseliny, musíte zapchať obe dierky voskom, aby sa kyselina nedostala dnu a nepoškodila škrupinu vajíčka znútra.

Pokus 110

Dokážete písať na kov?

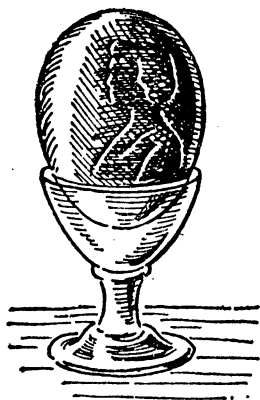
Otec chce podarovať jednému svojmu priateľovi k narodeninám tabatierku, mama chce zaniest svojej priateľke bronzovú figúrku a staršia sestra by mala veľmi rada na svojej pudrenke monogram . . .

Lenže rytec tvrdí, že vôbec nemá čas, že má práve teraz veľmi veľa práce, otáľa to prijať . . .

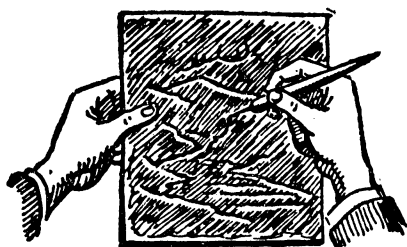
Ale, prosím vás — a načo sme tu my a naše laboratórium!? Tak ste si niekoľkí povedali a všetky tie zákazky ste prijali bez najmenšieho váhania.

Kovový predmet, na ktorom chcete niečo napísať — venovanie či monogram, alebo nakresliť nejaký obrázok, musíte najprv natrieť vrstvou včelieho vosku alebo asfaltového laku. Potom ostrým predmetom napíšete alebo nakreslíte to, čo chcete; takým spôsobom, že vrstvu laku alebo vosku celkom odstránite z príslušného miesta.

Odkryté miesta natriete nejakou chemikáliou, ktorá roz-



Obr. 68. Vajíčko s reliéfom



Obr. 69. Písanie na kove

leptáva kov. Po určitom čase, keď už chemikália svoje splnila, predmet opláchnete.

A teraz už máte do kovového predmetu pekne vyrytý nápis alebo kresbu.

Niektorými chemikáliami možno písať aj priamo na kov, bez naniesenia vrstvy vosku.

Aj takých druhov chemikálií, súcích na leptanie kovov, je veľa.

Roztok dvojchrómanu draselného v ôsmich mililitroch vody, s dvoma mililitrami kyseliny sírovej, rozkladá meď, mosadz a oceľ.

Na mosadz pôsobí aj zlúčenina kyseliny dusičnej a octovej: 3 diely čistej kyseliny dusičnej a 2 diely kyseliny octovej zmiešame s deviatimi dielmi vody. Ako kryciu vrstvu musíme v tomto prípade použiť asfaltový lak.

Zmes 10 gramov chloridu železnatého s dvoma gramami koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej v 100 mililitroch vody pôsobí na železo, oceľ, olovo, meď, zinok a ich zliatiny.

Roztok jedného dielu koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej v 100 dieloch liehu pôsobí na zliatinu hliníka.

Pokus 111

Hríb, alebo . . . výbuch atómovej bomby?

Keď už pracujeme s kyselinou dusičnou, rozptýľme sa na chvíľu jedným celkom zaujímavým a efektným pokusom.

Do väčšieho pohára — bude dobre, ak sa vám podarí nájsť taký na vysokej stopke, aby sa dalo dobre pozorovať, čo sa v ňom deje — nalejete 40 gramov kyseliny dusičnej a potom pridáte 40 gramov guajakovej živice.

Týmto sme už aj celý postup ukončili.

Čo sa bude teraz diať v pohári? Začalo v ňom prudko vriieť, vystupuje dym a vidíte, že uprostred pohára pláva v kvapaline akási hubovitá hmota hríbovitého tvaru.

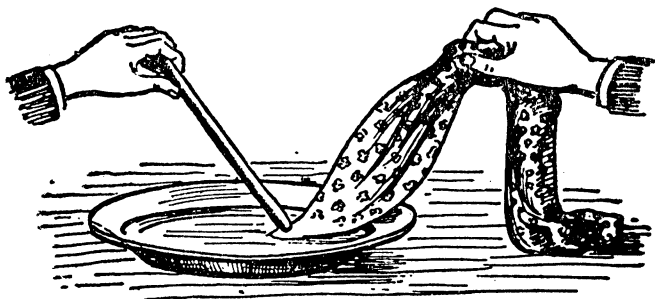
Prenechajte vašim divákovi, aby sami rozhodli, či ste im chceli ukázať nový druh chemických hríbov, alebo ste im chceli predviesť malú ukážku, ako vyzerá výbuch atómovej bomby.

Pokus 112

Vyrábame monogramy

Nech sa páči! Monogramy, značky, písmená, kresby — čo si len prajete — spravíme pre vás na tkaninách akejkoľvek farby.

Ako vidíte, naše laboratórium je schopné uzatvárať aj určité obchodné zmluvy.



Obr. 70. Podržte narovnanú tkaninu sklenou paličkou

Nejaký zahrotený predmet — môže to byť aj zastrúhané drevko — namočíme do kyseliny dusičnej alebo sírovej a potom ním nakreslíme na tkaninu to, čo na nej chceme mať. Môže to byť napr. monogram na vreckovke alebo niečo podobné.

Na tkanine kresbu neuvidíte.

Keď potom ponoríme tkaninu do roztoku chlórnanu sodného, na tých miestach, na ktorých sme kreslili kyselinou — bude veľmi intenzívne vznikať chlór. A ten, ako viete, má tú vlastnosť, že tkaninu celkom vybieli. Tak sa teda objavia biele miesta tam, kde sme kreslili kyselinou.

Tkaninu rýchlo vyberieme a dáme do vane s čistou vodou, v ktorej ju dobre vypláchneme.

Týmto sme „tlač“ monogramov skončili.

V skutočnosti je náš postup práce opačný ako pri tlači. Pri tlači sa farba na tkaninu nanáša, kým my farbu tkanine odoberáme.

Dávajte pozor, keď dávate tkaninu do roztoku chlórnanu sodného, aby to miesto, na ktorom je vaša kresba, bolo narovnané. Keby bola tkanina pokrčená, nemohol by chlór pôsobiť rovnomerne a kresba by nebola dobre čitateľná. Tkaninu vyrovnávajte pomocou sklenej paličky.

Pokus 113

Jednu skúmavku zohrejeme, v druhej sa zmení obsah

Do skúmavky z dobrého ohňovzdorného skla daj jeden gram kysličníka meďnatého a 0,1 gramu práškoveho drevného uhlia.

Zatvor skúmavku zátkou, cez ktorú je prevlečená sklená rúrka, dvakrát ohnutá do pravého uhla (má tvar písmena U). Koniec rúrky daj do druhej skúmavky, v ktorej je vápenná voda; rúrka však nemusí byť v tejto vápennej vode ponorená.

Zahrievaj nad plameňom kahana prvú skúmavku. Zbadáš, že sa v druhej skúmavke začína vápenná voda kalieť — zhora nadol.

Je tam toho — povedia ti priatelia. Veď predsa vidíme, že z prvej skúmavky vedie rúrka do druhej!

No, veď ja som vám ani žiadne zázraky nesľuboval — poviete im zasa vy. Aj mne išlo len o to, či sa dovtípíte skôr, než pokus uvidíte.

Vápenná voda sa zakalila preto, lebo k nej začal prenikať kysličník uhličitý. Pretože je ťažší ako vzduch, padá z rúrky na vápennú vodu a viaže sa s ňou. Kysličník uhličitý sa zlučuje s nehaseným vápnom.

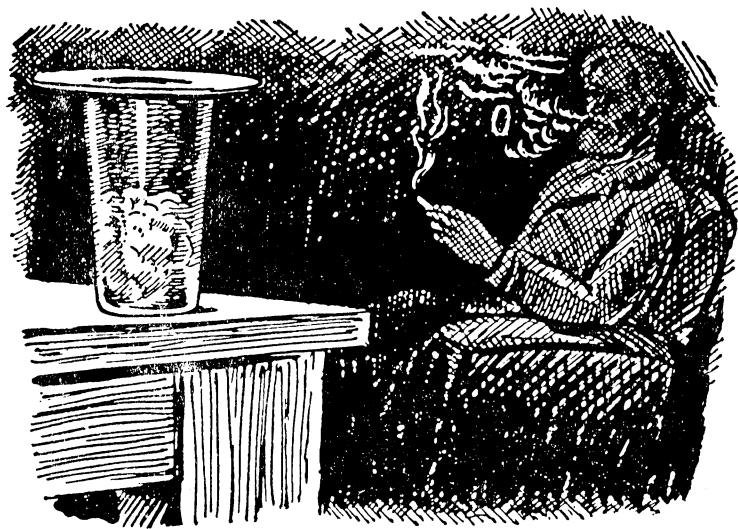
A do rúrky sa dostal takým spôsobom, že v prvej skúmavke sa pri zohrievaní rozkladá kysličník meďnatý na meď a kyslík, ktorý sa viaže s uhlíkom, a tak vzniká kysličník uhličitý.

Ale veru, aj tak ti môžu tvoji priatelia celkom oprávnené povedať, že tento tvoj pokus si nazval nesprávne. Na začiatku bolo treba povedať: „Jednu skúmavku zohrievaš a vo dvoch sa mení obsah“.

Pokus 114

Ako sa dostal dym do pohára?

Možno, že nájdeš niekoho zo svojich starších známych — strýka, alebo aj staršieho priateľa — ktorý by sa chcel raz večer zúčastniť takéhoto pokusu.



Obr. 71. V pohári sa objaví belavý „dym“

Posaď strýka do rohu izby a požiadaj ho, aby si vyfajčil jednu cigaretu; ty medzitým na druhom konci izby pochyťáš cigaretový dym do pohára obráteného na tanieriku hore dnom.

No, uvidíme, čo si ty za majstra! — Povie ti strýko, usmeje sa a nedôverčivo si pripáli cigaretu.

V druhom kúte izby postavíš na stôl pohár, ktorého steny si predtým navlhčil niekoľkými kvapkami kyseliny chlorovodíkovej. Pohár potom položíš hore dnom na tanierik spod kávovej šálky. A keďže si ty už majster na také veci, zaručene sa ti podarí dostať na tanierik trochu čpavku bez toho, že by to prítomní zbadali.

Kyselina chlorovodíková sa vyparuje. Výpary sa miešajú s výparmi čpavku. Zlúčením týchto výparov vzniká chlorid amónny, ktorý je v pohári viditeľný a z určitej vzdialenosti vyzerá ako dym z cigarety.

Strýko teda fajčí, dym sa okolo neho pomaly dvíha a z tváre sa mu úsmev veru stráca, lebo v pohári sa skutočne objavil „dym“, ktorý sa tam musel dostať akýmsi záhadným spôsobom.

Výborne! — Teraz sa ešte pozrieme, čo to v tom pohári je — povie ti strýko, zhášajúc cigaretu.

Ale krásne, snehobiele kryštáliky chloridu amónneho by mohol vidieť iba pod mikroskopom.

Pokus 115

Dá sa to aj bez cigarety

Nie som fajčiar. Dúfam, že ani vy.

Môžeme si teda s fajčiarmi trochu zažartovať. Dokážeme im, že aj my vieme „vyfukovať dym“ — práve tak ako oni — ba my dokonca aj bez cigarety.

Na stole máte dve rovnako vysoké fľaštičky. V jednej je kyselina chlorovodíková a v druhej čpavok. Ich neviditeľné výpary sa dvíhajú do vzduchu, lebo ste fľašky nechali otvorené.

Prikloňte ústa k prvej fľaške. Ponad fľašku, v rovine jej hrdla — začnete mierne fúkať smerom k tej fľaške, kde je čpavok.



Obr. 72. Vidno, ako „vyfukujete dym“ aj bez cigarety

Výpary kyseliny chlorovodíkovej a čpavku sa pomiešajú a za fľaškami sa objaví chlorid amónny, veľmi sa podobajúci na cigaretový dym, ktorý fajčiari vyfukujú z úst.

8. Víťazstvo tretieho desatinného miesta

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Anglický fyzik lord Raylie (čítaj rejli) vypočítal, že hustota dusíka získavaného zo vzduchu je 1,257 2, kým hustota dusíka získavaného z jeho zlúčenín je len 1,250 5.

Tento rozdiel v tisícinách znepokojoval anglického chemika sira Wiliama Ramseya (čítaj viljema ramzeja). Domnieval sa, že rozdiel zapríčiňuje nejaký ďalší plyn, ktorý sa nachádza vo vzduchu, a ktorý má mernú hmotnosť väčšiu, než je merná hmotnosť dusíka. Zanedlho sa mu aj podarilo tento plyn zo vzduchu vylúčiť.

Takto bol objavený argón a tento objav sa v histórii chémie niekedy nazýva „víťazstvom tisíciny“.

Súčasná chémia a fyzika sa pri svojich meraniach a výskumoch dostáva až za presnosť dvadsiatich desatinných miest! Na tejto ceste merania a výskumu čoraz menších veličín sa prešlo cez molekuly a atómy k ešte menším časticiam, než sú atómy. Presnosť týchto meraní sa každodenne upresňuje na základe stále presnejších výsledkov nových meraní.

Súčasný chemické laboratóriá a fyzikálne kabinety sú vybavené mimoriadne jemnými a citlivými prístrojmi. Jeden z nich, ktorý nazvali podľa jeho vynálezcu „Geigerov počítač“, je napr. schopný zaznamenávať vyžarovanie jedného jediného atómu. Váhy v súčasnosti sú tak dokonalé, že na terajších špeciálnych váhach možno vážiť neviditeľné častice vážiace jednu miliardinu gramu. Vynašiel sa spôsob, ako merať mimoriadne malé rozmery — dnes sa dajú merať desaťmilióntiny centimetra. Atómové hodiny, ktoré sú zostrojené na princípe

kmitania atómov v molekulách amoniaku, merajú čas s presnosťou na stomilióntinu sekundy. Ani to ešte vedcom nestačilo. Na začiatku roku 1951 skonštruovali elektronické hodiny, ktoré sú schopné merať jednu päťtinu miliardy sekundy. Aj mikroskop sa veľmi zdokonalil. Kým obyčajný mikroskop zväčšuje do 1 500-krát, pomocou elektrónkového mikroskopu možno zväčšovať až 100 000-krát. Ale najmodernejšie protónové mikroskopy dokážu zväčšovať až miliónkrát.

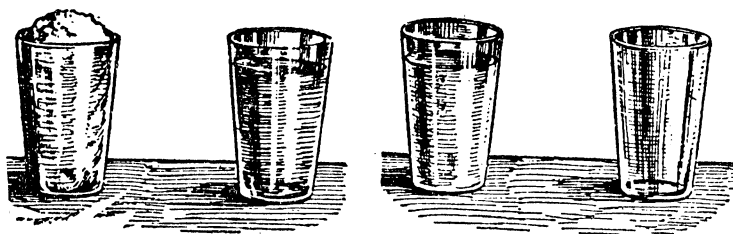
Je zrejmé, že len vedecký a technický pokrok dokázal takéto „zázraky“. Ale je jasné aj to, že tento pokrok umožňovala neúnavná činnosť veľkého množstva vedcov, ktorí mali veľmi často naozaj skromné podmienky a skromné vybavenie, ale zato geniálne myšlienky. Prístroje, ktoré používali mnohí veľkí vynálezcovia, často zaostávali za prístrojmi, s ktorými dnes pracujú žiaci vo svojich školských kabinetoch a laboratóriách.

Bez ohľadu na prístroje, ktoré boli k dispozícii, meranie malo vždy najväčší význam pre rozvoj súčasných vied, predovšetkým pre rozvoj chémie. Chémia vykročila vpred míľovými krokmi vtedy, keď sa začali merať jednotlivé veličiny spolu so všetkými premenami, ktoré sa odohrávali pri určitej chemickej reakcii — ako sú napr. zmeny hmotnosti, objemu a teploty. Presné váženie pri chemických premenách pomohlo odhaliť zákon o nezničiteľnosti hmoty; meranie hmotnostných pomerov pri zlučovaní prvkov priviedlo vedcov k teórii atómu a molekúl; meranie atómovej hmotnosti priviedlo vedcov k periodickej sústave prvkov, čo zase v chémii otvorilo dvere ďalšiemu veľkolepému pokroku, ktorého sme svedkami práve v súčasnosti.

Všetko je určované mierou a množstvom — povedal anglický chemik XVIII. storočia Cavendish. Lavoisier dodal, že váhy sú spoľahlivým prístrojom, ktorý chemika nikdy neoklamie.

$$1 + 1 = 1$$

Dúfam, že si takúto rovnicu nepredstavujete v matematike! Tam by sme veru nepochodili. Ale vo fyzike a v chémii... Možno. Uvidíme!



Obr. 73. To, čo predtým zaplnilo dva poháre — je teraz v jednom

Naplňte jeden pohár vatou a druhý vodou. Obidva poháre nech sú celkom plné. Potom vodu pozorne prelievajte do pohára s vatou. Vata „vypije“ všetku vodu. Pohár bude tiež plný, ale je v ňom teraz plný pohár vody, aj plný pohár vaty.

Tento pokus sa dá robiť aj trochu inak; našu podivnú rovnicu, ktorú máme v nadpise, zmeníme takto:

$$1 + \frac{1}{2} = 1$$

Jeden pohár naplňte až po okraj vodou, do druhého nasypete práškový alebo kryštálový cukor — do polovice pohára. Vodu prelejte do pohára s cukrom. Všetka sa doň zmestí, hoci je do polovice zaplnený cukrom. Pohár je plný, len je v ňom teraz pol pohára cukru a plný pohár vody.

Jednoduchý pokus, ale núti nás rozmýšľať.

Vata i cukor, hoci sú pórovité, predsa len majú svoj objem, a my vieme naisto, že dve látky v rovnakom čase nemôžu zaberať to isté miesto, presnejšie — ten istý priestor.

Teda, ako je to možné, že sa zmestil cukor aj voda do jedného pohára? V čom je háčik?

Inak to veru ani nemôže byť, iba tak, že medzi najmenšími časticami vody — jej molekulami — musí byť voľný priestor, v ktorom sa umiestnili molekuly cukru.

Takéto malé pokusy nám jednoduchým spôsobom dokazujú to, aká je vlastne stavba látok. Dokazujú nám, že v každej látke jestvujú neviditeľné póry, prázdne priestory medzi molekulami, z ktorých sa látky skladajú, a že takéto priestory nájdeme dokonca aj v takých látkach, ktoré sa zvyčajne nazývajú „tuhé“.

Pretože sme už tento pokus skončili, vypite tú sladkú vodu z pohára — posilní vás to. Ak ste boli šikovní a namiesto obyčajnej vody ste použili sódovú a pridali do nej aj citrónovú šťavu — máte príležitosť pochutnať si na dobrej citrónáde.

Pokus 117

Je to roztok — alebo nie?

Kedysi sme mali v našom laboratóriu stále veľa roboty s rozličnými roztokmi.

Ako viete, niektoré látky sa v určitých kvapalinách rozpúšťajú. To znamená, že sa tieto látky rozpadajú na molekuly, ktoré sa rozdeľujú a rozmiestňujú medzi molekuly kvapaliny.

Jestvujú však aj také látky, ktoré sa v kvapalinách nerozpúšťajú, teda nerozpadajú sa na molekuly, ale iba na drobné častice a zostávajú ešte stále vo forme veľkých skupín molekúl.

Takéto látky nazývame koloidmi.

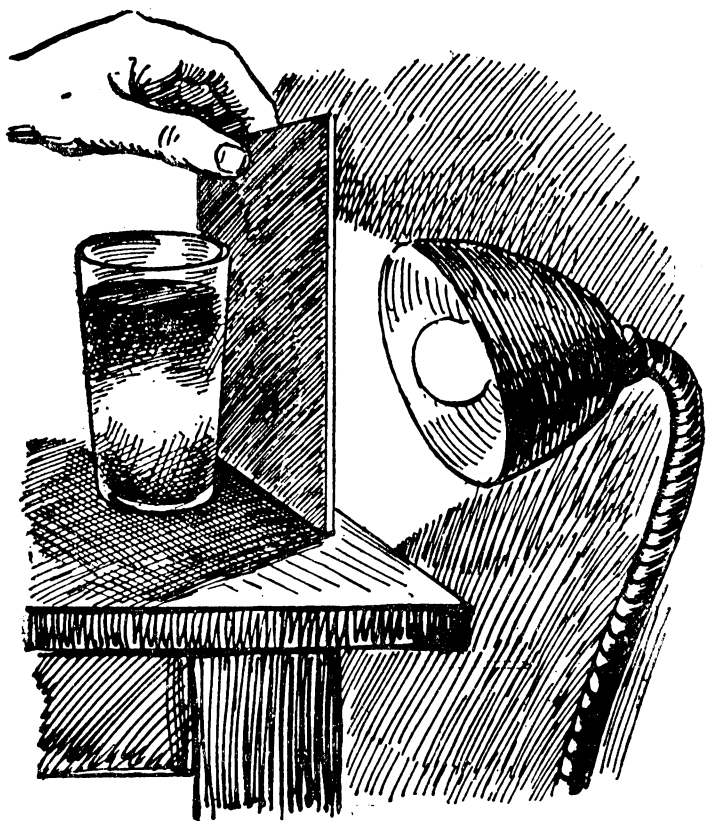
Koloidy majú veľký význam vo vede i v priemysle, predovšetkým pri výrobe lepidiel, farbív, cementu, gumy a mnohých ďalších užitočných výrobkov. Aj naša krv je koloid.

Skúsme si aj my spraviť jeden koloid vo vode.

Nasypte lyžičku zemiakového škrobu do pohára, ktorý je do polovice naplnený vodou. Túto zmes potom zohrievajte v nejakej plechovej nádobe nad slabým ohňom a stále miešajte. Dostanete z toho známu škrobovú želatínu.

Keď kvapnete niekoľko kvapiek tejto masy do čerstvej studenej vody, zdá sa vám, ako keby sa bola masa vo vode rozpustila. V skutočnosti to však nebude roztok. Dokážme si to!

Na kúsku kartónu urobíte malú dierku. Postavíte kartón medzi lampu a pohár s vodou, v ktorej je škrob. Nastavte kartón tak, aby svetelný lúč, ktorý prechádza dierkou kartó-



Obr. 74. „Tyndallov efekt“

nu, dopadal na pohár s vodou. V kvapaline budete môcť celkom dobre pozorovať lúč svetla, lebo drobné čiastočky škrobu svetlo rozptyľujú — odrážajú ho. Ak si takýto pokus urobíte s pohárom vody, v ktorej ste rozpustili trochu cukru, t. j. v ktorom je pravý roztok, lúč svetla bude prechádzať cez pohár s vodou — nerozptýli sa v pohári.

Nech nás rozsúdia váhy!

Svojim priateľom ukážete rôzne látky, ktoré máte na stole, a spýtate sa ich.

Aké sú to látky? Sú to zlúčeniny alebo prvky?

Budú ich ohmatávať, pozeráť a hádať, čo to je: toto by mohla byť sóda, toto azda železo a to tretie sa podobá sadre...

Zlúčenina, prvok, prvok, zlúčenina... Sú to všetko len dohady; priatelia sa nemôžu medzi sebou dohodnúť.

„Nech vás rozsúdia váhy“ — navrhnete im.

„Ako by nám tu mohli pomôcť váhy? Akú úlohu tu môže mať hmotnosť jednotlivých predmetov?“ — opýta sa niektorý z tých, kto nenavštevuje naše laboratórium veľmi často. Veď rôzne prvky a zlúčeniny môžu mať aj rovnakú tiaž.

O chvíľu nám však uveria, že aj v tomto prípade môže váženie pomôcť.

Keď odvážime nejakú látku presne — pred zohrievaním a po zohriatí — zistíme, že jej hmotnosť sa zmenila.

Všeobecne povedané: zlúčeniny sú vždy po zahriatí ľahšie, prvky zasa ťažšie.

Zohrejte napr. kryštál sódy — bude po zohriatí ľahší.

Zapáľte nad plameňom kahana presne odvážené množstvo železných triesok — po spálení budú ťažie.

Musíte však rátať aj s tým, že takýmto spôsobom nie vždy dostanete celkom presný výsledok. Niektoré prvky, ktoré sa ťažko oxidujú, nebudú vplyvom zohrievania ťažšie; ba niektoré môžu byť aj ľahšie, ako napríklad síra, lebo po zohriatí bude chýbať pomerne mnoho kyslíčnika siričitého. Keby sme však dokázali zachytiť aj tento plyn a odvážiť ho, zistili by sme, že sa hmotnosť zdvojnásobila.

Spomalíme chemickú reakciu

Zaiste ste sa už dívali v kine na také zábery, ktoré sa pomaly, pomaličky pohybujú pred vašimi očami. Pohyby, ktoré sa v skutočnosti odohrávajú veľmi rýchlo — takmer za jediný okamih — preťahujú a predlžujú sa pred nami na filmovom plátne, že je to až na počudovanie. Najmä pre tých,

ktorí také niečo vidia prvý raz. Nejaký kôň cvála, hravo preskočí prekážku a pomaličky sa vznáša vo vzduchu; rekordér v plávaní skáče do vody a padá, dlho padá . . . celkom pomaly, ako keby naň vôbec nepôsobil zákon zemskej príťažlivosti.

Vy však viete, ako sa to robí. Filmový pás v kine sa odvíja oveľa pomalšie, než sa pohyboval vtedy, keď tieto zábery filmovali.

Aj my chceme urobiť niečo podobné v našom chemickom laboratóriu: spomalíme takú chemickú reakciu, ktorá inak prebieha veľmi rýchlo.

Do jednej skúmavky nalejeme rozpustenú želatínu — takú, ktorá sa dá kúpiť v obchode s potravinami. Do želatíny pridáme roztok dusičnanu strieborného, obsah skúmavky dobre premiešame sklenou paličkou a necháme skúmavku v pokoji na podstavci, aby sa želatína usadila.

Potom na želatínu nalejeme rozpustenú kuchynskú soľ. Obsah skúmavky nesmieme miešať.

Po určitom čase uvidíme v našej skúmavke široký pás bieleho chloridu strieborného; dusičnan strieborný, ktorý zostal pod ním, je tmavší. V tejto skúmavke budeme môcť pozorovať, ako svetlo rozkladá dusičnan strieborný. Tá strana skúmavky, ktorá je obrátená k svetlu, bude tmavšia než druhá, na ktorú dopadá menej svetla.

Pokúste sa urobiť takú istú reakciu bez želatíny a uvidíte, aký je rozdiel v čase, za ktorý reakcia prebehne.

Podobné spomaľovanie reakcií môžete skúšať aj s mnohými inými chemikáliami.

Aj takto obohatíte svoj laboratórny denník novými — celkom zaujímavými poznatkami.

Pokus 120

Dokážete narovnať strunu z hodín?

Ak máte nejakú starú strunu z hodín, vyzvite svojich priateľov, aby ju narovnali.

Budete vidieť, ako sa márne namáhajú, rozťahujú, natáhajú . . . ale nadarmo! Keď strunu pustia, vždy sa znova skrúti tak, ako bola predtým.

Naapokon budete musieť predsa len vy skúsiť svoje umenie.

A vy ju jednoducho roztiahnete oboma rukami, pridržíte asi 5 minút nad plameňom Bunsenovho kahana, a potom ju ešte budete držať natiahnutú na teplom vzduchu neďaleko plameňa, aby pomaly vychladla. Keď celkom vychladne, oceľová struna sa dá ohýbať každým smerom; stratila svoju pružnosť.

Alebo skúste niekedy trochu odlišný pokus s iným kúskom struny.

Zohrejte ho nad plameňom kahana do červena, potom ho rýchlo ponorte do šálky so studenou vodou. Struna zostane tvrdá a krehká. Ľahko sa zlomí, ale dokážete ňou robiť ryhy aj na skle.

To bolo tzv. kalenie ocele.

Vezmite teraz kúsok tej zakalenej ocele, zohrievajte ho nad plameňom, kým nebude belasý, a potom nechajte — nech vychladne — tentoraz však nie vo vode. Zistíte, že zase môžete kúsok struny ohýbať, a že teraz sa ním už po skle nedá škriabať tak, ako predtým.

Toto sa nazýva „zmäkčovanie“ ocele. Je to vlastne odstraňovanie prílišnej tvrdosti a krehkosti ocele.

Spotreba ocele vo svete je veľká a jej využitie skutočne rozmanité. Preto je veľmi dôležité získať ocel' takej tvrdosti, aká sa pri jej použití vyžaduje.

Teplota potrebná pri kalení ocele je asi 800 stupňov Celzia. Na zmäkčovanie stačí teplota od 220 do 320 stupňov Celzia.

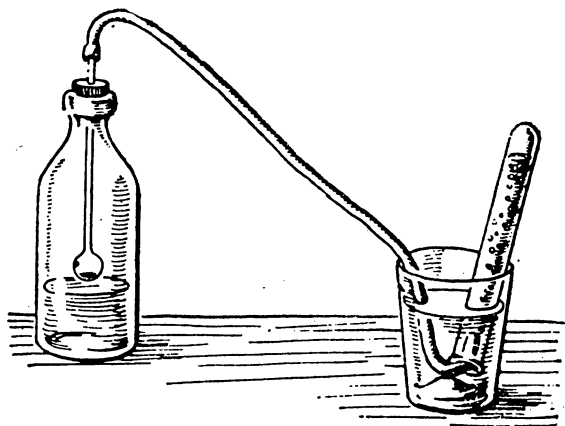
Pri zmäkčovaní mení ocel' farbu podľa teploty, akú práve má. Pri teplote 228 stupňov Celzia je ocel' žltá ako slama. Tak sa získa ocel', s dostatočnou tvrdosťou na britvy na holenie. Pri 232 stupňoch Celzia má ocel' hnedožltú farbu. Po vychladnutí bude mať ocel' tvrdosť vreckového nožika. Pri 265 stupňoch Celzia má ocel' purpurovočervenú farbu. Táto teplota vyhovuje na výrobu ocele, z ktorej sa zhotovujú hobľovacie nože. Pri 288 stupňoch Celzia je ocel' jasnobelasá. To je vhodná teplota na zakalenie ocele na hodinové struny. Pri teplote 316 stupňov Celzia je ocel' tmavobelasá a po vychladnutí je vhodná na výrobu ručných píl.

Odmerajte vznikajúci vodík

Máme ho vážiť, alebo merať jeho objem?

Merať objem.

No, to nie je až také ťažké, — povieť si. Ťažšie by bolo odvážiť ho bez presných váh. Ale objem hádam zistíme ľahko.



Obr. 75. Výroba vodíka

Hadičku, ktorou privádzame vodík z fľaše, kde sa vyrába, zasunieme do odmerky naplnenej vodou. Keď reakcia skončí, odčítame na stupnici odmerky, koľko je v nej vodíka.

Správne. Vopred však treba urobiť určité opatrenia, aby sme odmerali skutočne všetok vodík — aby nám z neho nič neušlo.

Na konci sklenej rúrky si urobíme malú guľku. Tvarujeme ju fúkaním. Na boku guľky spravíme malú dierku. Guľka môže byť iba taká veľká, aby sa zmestila cez hrdlo fľaše. Rúrku prevlečieme cez gumovú zátku.

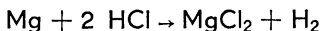
Do fľaše dáme rozriedenú kyselinu chlorovodíkovú: jeden diel vody, jeden diel kyseliny. Množstvo kyseliny, ktoré použijeme, musíme presne odmerať.

Do guľky, ktorú sme urobili na konci sklenej rúrky, a ktorá siaha takmer na dno fľaše, dáme 0,2 gramu práškového horčíka. Ani vám už nemusím hovoriť, že aj množstvo horčíka treba odmerať, ako sa len najpresnejšie dá.

Potom vložíme sklenú rúrku s guľkou do fľaše a fľašu zatvoríme zátkou, cez ktorú je sklená rúrka prevlečená.

Na horný koniec rúrky navlečíme gumovú hadičku a vedieme ju do odmerky, ktorú sme predtým naplnili vodou, prevrátili hore dnom a vložili do väčšej nádoby, v ktorej je taktiež voda.

Keď sme už urobili všetky tieto prípravné práce, môžeme začať s meraním. Potrasieme trochu fľašou, aby horčík pomaly padal do kyseliny zo sklenej guľky cez dierku, ktorú sme na guľke urobili. Tým sa začne z kyseliny chlorovodíkovej uvoľňovať vodík, lebo horčík sa bude zlučovať s chlórrom podľa rovnice



Keď už všetok horčík z guľky vytrasieme a keď už prestane klesať stav vody v odmerke, počkáme chvíľu, aby plyn vychladol. Trocha vody, ktorú plyn vytlačil z odmerky, znova sa do nej vráti. Potom môžeme odčítateľ na stupnici odmerky, koľko vodíka vzniklo pri reakcii 0,2 gramov horčíka s kyselinou chlorovodíkovou.

Pokus 122

Chemický vodomet

Vezmite fľašu z bieleho skla so širokým hrdlom.

Nalejte do nej roztok sódy bikarbony — asi do troch štvrtín jej obsahu.

Potom fľašu zatvorte korkovou zátkou, cez ktorú sú prevlečené dve rúrky. Jedna z nich siaha takmer na dno fľaše. Druhá je kratšia a končí ešte nad kvapalinou. Jej spodok je vo fľaši zatvorený kúskom lepiacej pásky. Do tejto rúrky dáme kyselinu vínnu.

Keď ste už fľašu dobre zazátkovali, prepichnete papier na spodku kratšej rúrky ihlicou na pletenie.

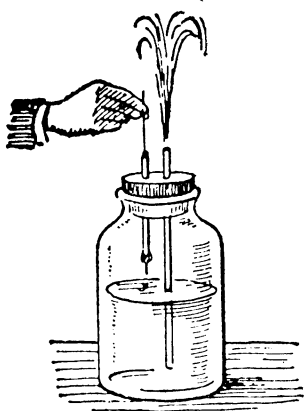
Kyselina vínná sa dostane do roztoku sódy bikarbony, pričom bude veľmi rýchlo vznikať kyslíčnik uhličitý, v dôsledku čoho bude tlak v pohári väčší, a preto začne cez dlhšiu rúrku striekať prúd vody.

Keby ste použili širšiu rúrku, mohli by ste podľa výšky kvapalinového stĺpca v nej merať tlak plynu vo fľaši.

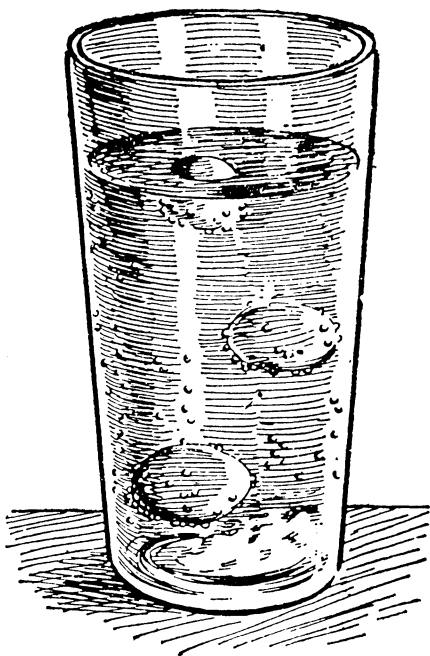
Sódové pontóny

Keď už máme pri ruke sódu bikarbonu, urobme si s kyslíčnikom uhličitým ešte jeden pokus.

Dajte do pohára vody asi lyžicu octu, potom pridajte lyžicu sódy bikarbony. Napokon ešte vhoďte do vody 2 až 3 guľky naftalínu.



Obr. 76. „Chemický vodomät“



Obr. 77. Bublínky kyslíčnika uhličitého dvíhajú potopené guľôčky naftalínu

V pohári začne vznikať kyslíčnik uhličitý a vo forme bublínok bude vystupovať na hladinu. Uvidíte však, že bublinky sa zoskupujú aj na guľkách naftalínu.

O chvíľu sa začnú naftalínové guľky dvíhať na hladinu, lebo ich nadnášajú bublinky plynu, ktorý je ľahší než voda, a to umožňuje guľkám plávať. Tieto bublinky nám pripomí-

najú akési pontóny alebo záchranné pásy, aké bývajú pripnuté na lodiach pre prípad stroskotania.

Keď guľka vypláva na hladinu, bublinky praskajú, plyn z vody uniká a guľky sa znova potápajú, aby ich o chvíľu vyniesli na hladinu nové bublinky kyslíčnika uhličitého.

Takto sa to opakuje dovtedy, kým sa chemikálie neminú (nezreagujú). Pokus sa môže vydať preto, lebo naftalín má mernú hmotnosť iba nepatrne väčšiu, než je merná hmotnosť vody.

Pokus 124

Jedna šesťstotisícina gramu

Je to možné? — zaiste si povzdychnete, začudujete sa znova, ako vtedy, keď ste si prečítali, že vedci teraz dokážu určiť pri niektorej látke prítomnosť takého nepatrného množstva inej látky, ako je jedna milióntina gramu.

Veru je to možné. Ba čo viac, máme možnosť dokázať to aj my v našom chemickom laboratóriu. Teraz teda chceme dokázať, že určitá látka obsahuje $1/600\,000$ gramu železa.

Vezmeme jeden gram tuhého a suchého chloridu železitého, ktorý má žltkastú farbu. Dbajte na to, aby ste ho odvážili čo najpresnejšie.

Rozpustíte ho v jednom litri destilovanej vody. Roztok dlhšie miešajte, aby bol skutočne dobre premiešaný. Kvapalina musí mať všade rovnakú farbu — jasnožltú.

Teraz potrebujeme jednu byretu, podľa možnosti so skleneným zatváracím kohútikom. Ak takúto byretu nemáte, bude dobrá aj taká, čo si spravíte sami. Môže to byť celkom obyčajná sklená rúrka s pretiahnutým zahroteným koncom. Na nej presne označíte objem pomocou niekoľkonásobného merania odmerkou.

Našu byretu musíme dobre opláchnuť, potom ju ešte viacrát prepláchneme roztokom chloridu železitého. Napokon ju naplníme a obsah vypúšťame po kvapkách von.

Kvapky pritom počítajte a pozorujte stupnicu, ako sa zmenšuje obsah roztoku v byrete, až kým v nej nezostane presne jeden mililiter. Otvor byrety — vhodný pre dôkaz, ktorý chceme urobiť — bude dobrý vtedy, keď napočítate dvadsať kvapiek na jeden mililiter.

Po takejto previerke nalejeme znova do odmerky desať

mililitrov roztoku chloridu železitého a rozriedíme ho 90 mililitrami destilovanej vody. Takto získame roztok, v ktorom sa nachádza v jednom mililitri jedna desiatistisícina gramu chloridu železitého. Je to celkom bezfarebná kvapalina.

Z tohto roztoku kvapneme z odmerky len jednu kvapku do čistej, dobre vyumývanej porcelánovej šálky. V tejto jedinej kvapke sa nachádza jedna dvestotistisícina gramu chloridu železitého. Je to vlastne dvestotina miligramu, čiže 5 gama. Jedna gama je tisícina miligramu, alebo jedna milióntina gramu.

Keďže sa v chloride železitom nachádza asi 35 % železa — čo si môžeme vypočítať pomocou chemického vzorca tejto zlúčeniny a atómových hmotností železa a chlór — znamená to, že v tej našej kvapke, ktorú sme kvapli do porcelánovej šálky, je jedna šesťstotistisícina gramu železa.

Teraz je dôležité už iba to, aby sa nám podarilo dokázať, že v kvapke železo skutočne je.

Maličkosť — poviete si a hneď sa pustíte do ďalšej práce.

Do šálky kvapneme jednu kvapku rodanidu draselného alebo rodanidu amónneho. V šálke tak dostaneme rodanid železnatý, ktorý je v sýtejšom roztoku krvavočervenej farby; v našej šálke má farbu jasnočervenú. Ale aj tak budeme môcť pozorovať jeho červenú farbu, ktorá by tu nebola, keby náš roztok v šálke neobsahoval železo. A práve táto červená farba dokazuje, že železo v šálke naozaj je.

Pokus 125

Odvážite sa merať aj molekuly?

Myslím si, že by ste sa odvážili, prečo nie — i keby to mala byť akokoľvek komplikovaná úloha . . .

Lenže my nemáme na takéto meranie potrebné prístroje.

Nič to zato! Napriek tomu to skúsime v našom laboratóriu so skromnými prostriedkami, ktorými disponujeme. A keď dosiahneme pri tejto práci čo len nepatrný úspech, keď sa len priblížime k tým výsledkom, ktoré veda už dosiahla a overila, bude nám oveľa jasnejšie, prečo sa vedci opovažujú tvrdiť, koľko je molekúl napr. v kvapke vody, alebo v jednom litri vzduchu. Potom budeme skôr ochotní dôverovať tomu, že ich merania sú skutočne presné, hoci nás veľmi často

prekvapujú; a tí, ktorí sa o vedu veľmi nezaujímajú, jedno-ducho nedôverujú a neveria.

Budeme potrebovať byretu a nejakú plytkú sklenú nádobu štvorcového tvaru. Celkom dobrá bude miska, ktorá sa používa pri vyvolávaní fotografií.

Misku dôkladne vyumývame a odstránime z nej aj tie najnepatrnejšie stopy mastnoty. Nesmie tam zostať ani toľko mastnoty, koľko zanecháva dotyk prstov.

Misku naplníme do polovice čerstvou vodou z vodovodu.

Potom do misky nastrúhame nožom — na ktorom tiež nesmie byť ani stopa po mastnote — kúsok gáfru.

Uvidíte, ako sa vo vode pohybujú kúsky gáfru všetkými smermi. Gáfor sa vyparuje už pri takej teplote, aká je v miestnosti. Pri jeho vyparovaní vzniká na nerovnakom povrchu jeho kryštálikov rozličné napätia, a preto zrnká gáfru po vode „skáču“. Vyparovaním sa kúsky gáfru zmenšujú, až kým celkom nezmiznú.

Keď do vody, v ktorej skáču zrnká gáfru, kvapnete niekoľko kvapiek benzínu, nespozorujete žiadnu zmenu. Zrnká skáču vo vode ďalej.

Keď do vody kvapnete kvapku oleja, alebo len keď sa dotknete prstom nejakého mastného predmetu a potom prst ponoríte do vody, zrnká gáfru sa utišia — ako žiaci, keď príde do triedy profesor.

Týmto sme si overili: že zrnká gáfru sa pohybujú po hladine vody; že na ich pohyb nepôsobí benzín; že ich pohyb zabráni i nepatrné množstvo mastnoty.

Aké je najmenšie množstvo mastnoty, ktoré takýmto spôsobom môže pôsobiť na gáfor?

To asi závisí od veľkosti nádoby s vodou — čiže od toho, aká je plocha hladiny — odpoviete mi.

Uvažujete celkom správne. Čím je plocha hladiny vody menšia, tým menej mastnoty bude treba na zabránenie pohybu gáfrovných zrní. Ale aké je to najmenšie množstvo mastnoty, ktoré to dokáže urobiť na akejkolvek ploche vody?

— Čo to má znamenať, na akejkolvek ploche?

Máte pravdu. Nevyjadril som sa presne. Odpoviem si preto sám. Dúfam, že vám potom bude jasná moja otázka i odpoveď.

Mastnota zastaví pohyb gáfru vtedy, keď jej bude dosť na to, aby vytvorila tenkú blanu — hoci veľmi tenkú, ale ktorá bude po celej hladine vody v nádobe. Tá blana môže byť

natoľko tenká, že ju bude tvoriť iba jedna jediná vrstva molekúl mastnoty na povrchu vody, to znamená, že molekuly vody budú len jedna vedľa druhej, ale nie jedna nad druhou.

Ak by množstvo mastnoty, ktoré dáme do vody, bolo menšie, než toto hraničné množstvo, t. j. že by sa molekuly takto usporiadať nemohli, mastnota by nedokázala celkom utíšiť pohyb gáfroých zrníek.

A teraz už môžeme začať robiť náš pokus.

Keď pripravíme miskú s vodou bez najmenej stopy po mastnote, rozpustíme v odmerke 5 mililitrov oleja v 100 mililitroch čistého benzínu, čo potom musíme dlhšie natriasť, aby sa obsah dobre premiešal.

Jeden diel tejto kvapaliny dáme do byrety, z ktorej sme tak isto dôkladne odstránili mastnotu. Potom, keď otvoríme kohútik, počítame, koľko kvapiek kvapne z jedného mililitra kvapaliny. Takéto meranie a rátanie zopakujeme niekoľkokrát.

Ak je otvor byrety taký, že z jedného mililitra kvapne 50 kvapiek, v takom prípade jedna kvapka predstavuje $1/50$ mililitra.

Predbežne vyskúšajte v nejakej rezervnej miske, či takáto jedna kvapka stačí utíšiť gáfrové zrnká. Ak zistíte, že áno, pokračujte s pokusom.

Vezmeme jeden mililiter nášho 5%-ného roztoku jedlého oleja v benzíne a rozriedíme ho ešte desiatimi mililitrami čistého benzínu.

Kvapneme ho z byretu na hladinu vody v miske, kde skáču gáfrové zrnká — len jednu kvapku. Ak používame miskú, ktorá má rozmery 20×30 cm, gáfor sa v nej prestane pohybovať, no pritom vidíme, že tá jedna kvapka skutočne sotva dokázala utlmiť pohyby gáfru, a že teda ide skutočne o hraničnú kvapku. Znamená to, že menšie množstvo mastnoty by už gáfor neutíšilo, a že na hladine je najmenšie možné množstvo oleja.

To znamená, že kvapka oleja sa roztiahla na hladine vody v našej miske v takej tenučkovej vrstve, že molekuly oleja sa rozmiestili jedna vedľa druhej.

Teraz ešte musíme vypočítať hrúbku vrstvy, a tým dostaneme aj veľkosť priemeru molekuly oleja.

Jedna kvapka mala $1/50$ mililitra. Bolo v nej 5% oleja, zvyšok bol benzín. To znamená, že v kvapke je len jedna dvadsatina, t. j. $1/50 \times 1/20$, čo je $1/1\,000$ mililitra. Nezabud-

nime, že sme potom roztok ešte druhý raz rozriedili, t. j. v kvapke bolo $1/1\,000 \times 1/10 = 1/10\,000$ mililitra oleja.

Toto množstvo oleja sa roztiahlo po hladine vody v miske veľkosti 20×30 cm, čo je spolu plocha 600 štvorcových centimetrov. Keď množstvo oleja, t. j. $1/10\,000$, podelíme rozmerom povrchu misky, t. j. 600, dostaneme hrúbku vrstvy oleja nachádzajúceho sa na povrchu vody, čo je $1/600\,000$ milimetra, a to je zaokrúhlene 0,000 001 7 milimetra, čiže 1,7 milimikrónu.

A to je priemer molekuly olivového oleja — pravda — iba približný. Vzhľadom na to, s akými prostriedkami sme pracovali, i vzhľadom na to, aký sme volili spôsob, nedopustili sme sa žiadnej veľkej chyby.

9. Navzdory príťažlivosti

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Z fyziky už viete, že všetky látky, tuhé, tekuté a plynné, keď sa ocitnú v takom kvapalnom alebo plynnom prostredí, ktoré má väčšiu mernú hmotnosť než ony — snažia sa vyplávať na povrch a vystupujú nahor. Napríklad drevo, pretože je ľahšie než voda, vypláva na hladinu; bubliny vzduchu, ktoré vydýchame pod vodou, ponáhľajú sa takisto na hladinu; plyny, ktoré sú ľahšie než vzduch, vystupujú hore — napr. vodík; tie, ktoré sú ťažšie, klesajú k zemi, ako napr. kysličník uhličitý. Balón, naplnený vodíkom alebo héliom, stúpa vysoko do vzduchu. Viete, že kvapaliny a plyny, ba i tuhé látky sa v určitých podmienkach dvíhajú hore aj v takom prostredí, ktoré má v porovnaní s nimi menšiu mernú hmotnosť?

Ale, veď to by nebolo v súlade so zákonom príťažlivosti — žiada sa vám povedať.

Áno. Ale okrem tiaže jestvujú aj iné sily, ktoré na látky pôsobia, či už zvonku, alebo znútra ich samotných.

Ako viete, molekuly látok sú v neustálom pohybe. Molekuly plynov sa pohybujú najrýchlejšie a aj sa rozbiehajú najďalej; potom nasledujú molekuly kvapalín, a napokon molekuly tuhých látok, ktoré sa — vzhľadom na druhé molekuly tej istej látky — pohybujú vo veľmi ohraničenom priestore a na jednom mieste.

Vplyvom tohto pohybu sa miešajú plyny a kvapaliny rôznych merných hmotností aj bez pôsobenia vonkajšej sily. Tento jav nazývame difúziou.

Difúziu zaznamenali aj pri tuhých látkach. Na jeden kúsok zlata prilepili anglickí vedci kúsok olova. Štyri roky ho opatrovali v trezore anglickej banky. Keď potom olovo pre-

skúmali, našli v ňom zlato v hĺbke až sedem milimetrov pod povrchom, na ktorom ležalo olovo prilepené na zlato.

Keď rozdelíme dva plyny alebo dve kvapaliny priehradkou, ktorá je celkom nepriepustná, nemôžu sa, pravdaže, pomiešať. Ak však medzi ne dáte pórovitú priehradku, prebieha cez takúto priepustnú membránu difúzia v oboch smeroch.

Jestvujú však aj polopriepustné membrány, cez ktoré kvapalina prechádza iba jedným smerom. Keď naplníte mechúr ošípanej cukrom a dáte ho do nádoby s čistou vodou, voda bude postupne prenikať do mechúra, avšak molekuly cukru sa z mechúra nedostanú, prípadne sa ich dostane von len veľmi málo. S pribúdaním vody sa mechúr postupne rozťahuje. Takáto difúzia cez polopriepustnú membránu sa nazýva osmóza.

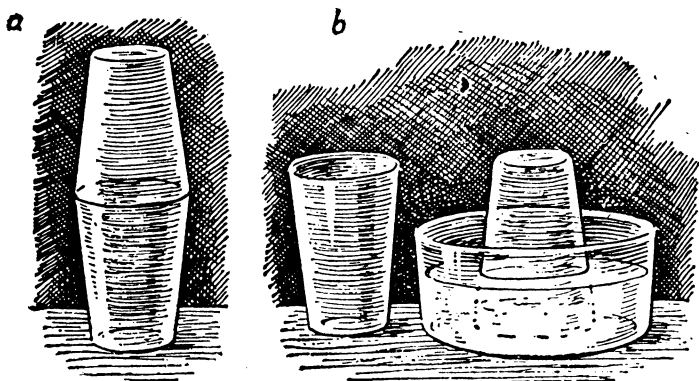
Difúzia a osmóza hrajú dôležitú úlohu v chémii živých bytostí.

Ťažšie sa dvíha hore — ľahšie padá dole

— Prirodzene — rozosmejú sa tvoji priatelia — ľahšie sa padá, než dvíha!

Vysvetlite im, že vám nerozumeli, a že pri vašom pokuse bude ťažší plyn stúpať hore a ľahší plyn klesne dolu.

Do pohára napustíte kysličník uhličitý, ktorý je ťažší než vzduch. Prikryjete ho druhým pohárom, v ktorom je vzduch.



Obr. 78. Difúzia plynov: a — miešanie v pohároch, b — dôkaz prítomnosti kysličníka uhličitého vo vápennej vode

Nechajte poháre nejaký čas takto stáť a potom horný pohár tak — ako bol hore dnom — ponorte do vápennej vody. Voda sa zakalí, čo je dôkazom toho, že pod pohárom bol kysličník uhličitý. Mohli sme smelo očakávať, že kysličník uhličitý, keďže je ťažší než vzduch, zostane v spodnom pohári a že sa nepomieša so vzduchom, ktorý bol v hornom pohári.

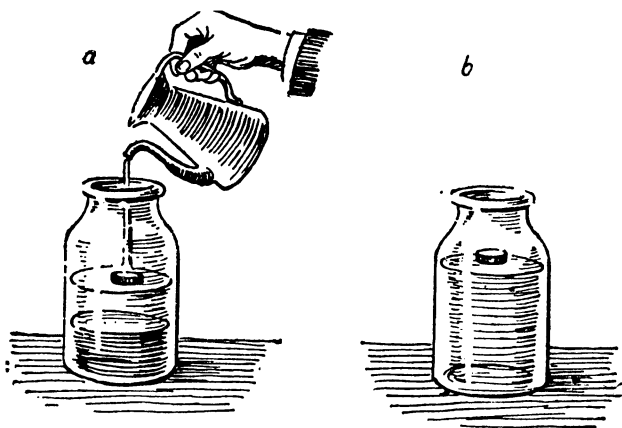
To isté s vodou

Nalejte do polovice pohára alebo skúmavky roztok modrej skalice vo vode, ktorý je v každom prípade ťažší než čistá voda.

Na tento roztok položte koliesko korku a potom na korok

pomaličky lejte čistú vodu. Korok nám poslúži na to, aby sa pri dolievaní vody kvapaliny nepomiešali.

Nad roztokom modrej skalice budete mať teda vrstvu doliatej čistej vody.



Obr. 79. Difúzia: a — roztok modrej skalice na začiatku pokusu, b — o niekoľko dní

O dva až tri dni zbadáte, že sa hranica medzi oboma kvapalinami zamútila, a o niekoľko týždňov uvidíte, že všetok obsah pohára má rovnakú belasú farbu. Molekuly modrej skalice sa rovnomerne rozptýlili aj v hornej vrstve kvapaliny.

Pokus 128

Maliari — modernisti ukrytí v chemikáliách

Môžeme si pripraviť celú výstavu obrazov — takých, ktoré nám v našom laboratóriu namaľujú kvapky rôznych chemikálií.

Ak máte pochopenie pre nepochopiteľné moderné obrazy, pustíte sa do práce, lebo máte možnosť prebudovať celé laboratórium na maliarsky ateliér.

Ako materiál, na ktorom budete maľovať, použijete kúsky filtračného papiera. Farby nech si vyberie každý sám.

Aby ste nepoškodili stôl, položte filtračný papier na porcelánový tanier.

Kvapnite na kúsok papiera jednu kvapku rozpusteného chloridu železnatého a vedľa nej — ani nie centimeter —

kvapku rozpusteného feroxyanidu draselného. Papier vsaje kvapky a chemikálie sa v ňom budú šíriť. Tam, kde sa obe chemikálie stretnú, objaví sa belasá čiara berlínskej modrej. To — či vyskúšate rôzne možnosti v našom novom „atelieri“ — nechám už na vás.

Čo sa stane, keď kvapnete jednu kvapku na druhú? Robte také pokusy s rozličnými analínovými farbami rozpustenými vo vode. Vyskúšajte kombinácie modrej skalice a feroxyanidu draselného, dusičnanu olovnatého a dvojchrómanu draselného, dusičnanu olovnatého a sírnika sodného, trochu jódovej tinktúry a škrobového lepidla, sódy a modrej skalice atď.

Alebo pomiešajte viacej rozličných chemikálií... Získate hotovú obrazovú galériu a budete mať už iba jedinú starosť — skúmať k akému smeru patria tie vaše nezrozumiteľné maliarske fantázie.

Majte pri tom na pamäti, že sa všetky tie roztoky šíria cez papier, a že prechádzali jeho veľmi jemnými pórmami.

Pokus 129

Husacie vajce — od sliepky

— Aký vták zniesol toto vajce? — spýtajte sa priateľov a ukážte im vajce, ktoré je dvakrát väčšie, než býva slepačie.

— Husacie! Morčacie! — odpovedia vám.

— Nie — odporujete. Toto je slepačie vajce, lenže je choré — má vodnatieľku, preto sa nadulo.

— Choré vajce! Také rozprávky chod' rozprávať niekomu inému! — povedia vám a ponáhľajú sa pozrieť do laboratórneho denníka, aby zistili, čo ste vlastne s vajcom spravili.

A vy ste vajce deň predtým vložili do rozriedenej kyseliny chlorovodíkovej, v ktorej vaječná škrupina zmäkla — čiastočne sa rozpustila. Potom ste ho položili do nádoby s čistou vodou.

Bielkoviny, ktoré sú vo vajci, majú veľké molekuly a tie sa cez tenkú polopriepustnú blanu vajca nemohli dostať von, no molekuly vody sa cez blanu dnu do vajca dostali.

A to je ukážka osmózy, ktorú v tomto prípade podnietila bielkovina vo vajci a umožnila rozpustenie tvrdej škrupiny vajca v kyseline chlorovodíkovej.

Pretože vajce stálo jeden deň vo vode, nadobudlo dvakrát väčší objem, než malo pôvodne, a svojou nezvyčajnou

veľkosťou vám umožnilo nielen prekvapiť vašich priateľov, ale ich aj poučiť malou prednáškou o osmóze.

Pokus 130

Koraly

Vlastne ani nie koraly, lež obdivuhodné „bylinky“, celkom koralom podobné, ktoré chceme chemickou cestou „vypestovať“ v našom laboratóriu.

Lenže tentoraz nepôjde o skupinu kryštálov. Ich pôvod bude inakší.

Urobíme si pokus a zistíme, čo sa pri ňom vlastne odohráva.

Nalejte do pohára veľmi rozriedený roztok síranu meďnatého. Do roztoku kvapnite kvapku cukrového sirupu, ktorý obsahuje celkom malé množstvo — skutočne len nepatrnú stopu — ferokyanidu draselného.



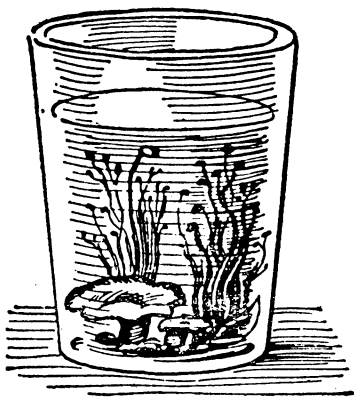
Obr. 80. „Chemické koraly“

Potom pozorujte, čo sa v pohári deje. Kvapka sa obaľuje hnedým povlakom, začína sa rozširovať, napučiavať, vyháňať výhonky a formuje sa do nezvyčajných tvarov. Nadobúda celkom podobu koralov, chalúh, vodnej trávy, hříbov, alebo aj nejakého zvieräťa — raz červíka, inokedy medúzy; niekoľko takých tvarov vidíte aj na obrázkoch.

— Je pravda, také čosi tu vidíme — povedia priatelia, pozerajúc sa na čudnú vegetáciu v pohári. No, čo sa v skutočnosti v tom pohári deje? Čo je tam také, čo nevidíme? Čo je príčinou toho, čo vidíme?

Keď sa kvapka cukrového sirupu dostane do roztoku síranu meďnatého, začne prebiehať medzi ním a ferokyanidom draselným — nachádzajúcim sa v sirupe — chemická reakcia. Touto reakciou sa vytvára na povrchu kvapky ferokyanid meďnatý vo forme celkom tenučkej polopriepustnej membrány.

Cez túto membránu sa dostáva voda do kvapky veľmi koncentrovaného cukru. Kvapka napučiava, rastie, membrána sa čoraz viac a viac rozťahuje a neskôršie na niektorom mieste praskne. Na tom mieste unikne cukrový sirup vo forme púčika. V styku so síranom meďnatým sa i okolo výhonku ihneď uchyťí membrána z ferokyanidu meďnatého. S výhonkom sa deje potom to isté čo s kvapkou — aj z neho začínajú vyrastať ďalšie výhonky, ktoré sa ďalej rozvetvujú a naša zázračná „bylinka“ rastie.



Obr. 81. „Chemická vegetácia“ v pohári

Keď pokus urobíte, zistíte, že skutočne celý priebeh je veľmi obdivuhodný — hoci vysvetlenie celého javu je veľmi jednoduché.

Podľa toho, ako budete meniť roztoky, s ktorými robíte svoje pokusy, získate i rozmanité tvary vo vašom pohári. Keď použijete alkalické chloridy, dostanete tvary podobajúce sa červíkom. Podobu kukuričného klasu získate v tom prípade, keď použijete salmiak v roztoku ferokyanidu draselného. Zelenkasté vodné trávy a popínavé rastliny vzniknú reakciou síranu železnatého v roztoku kremičitanu sodného alebo kremičitanu draselného. Žlté „muchotrávky“ s čiernymi okrajmi dostanete použitím dusičnanu horečnatého, chloridu horečnatého alebo síranu horečnatého.

Pokus môžete robiť aj s rozriedeným vodným sklom, aké sa používa na nakladanie vajec. Vezmite 100 až 200 mililitrov destilovanej vody na 100 mililitrov vodného skla a dobre rozmiešajte. Potom vhoďte do pohára, v ktorom je rozriedené vodné sklo, malé kryštáliky síranu meďnatého, dusičnanu meďnatého, síranu manganatého, síranu železnatého, chloridu železitého, dusičnanu kobaltnatého, chloridu kobaltnatého, síranu hlinitého, síranu olovnatého, a ďalších podobných solí ťažkých kovov.

Pohár s vodným sklom musíte rýchlo prikryť sklenou tabuľkou, lebo inak by vodné sklo stuhlo a už nikdy by ste ho nedostali z pohára von.

Po niekoľkých minútach sa začne rozvíjať vaše „podvodné rastlinstvo“ a po niekoľkých hodinách vám vyrastú „korálové“ skupiny alebo „morská tráva“ až po okraj pohára.

Ak chcete porovnávať tvary, ktoré sa tvoria z jednotlivých solí, môžete si ponalievat rozriedené vodné sklo do viacerých skúmaviek a do každej dať vždy len jeden kryštál určitej soli. Nezabudnite skúmavky dobre prikryť!

Pokus 131

Medené a železné semeno

Poznáte tú rozprávku o troch bratoch, ktorí siali ihly a čakali, že im vyrastú železné prúty?

Aj my sme sa kedysi srdečne zasmiali takémuto nápadu, a predsa sa teraz chceme pokúsiť o niečo podobné. Zasejeme meď alebo železo a počkáme, kým nám vzide . . .

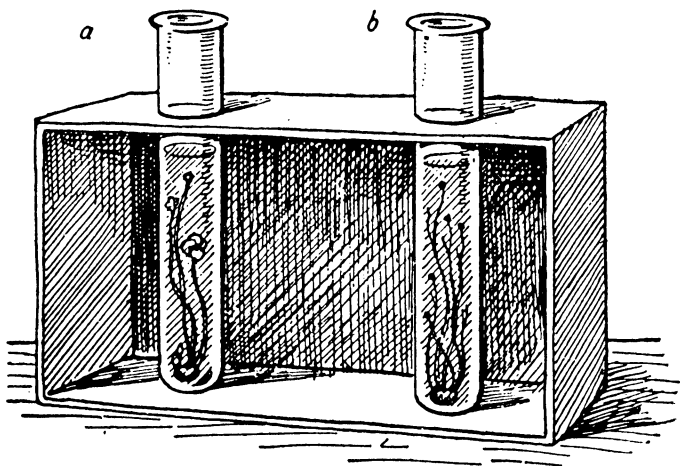
Čo nám z toho vyklíči — uvidíme.

Predovšetkým si pripravíme „semienka“! V mažiariku pomiešame 1 gram síranu meďnatého alebo síranu železnatého s 2 až 3 gramami cukru. Z tejto zmesi spravíme guľky, veľké približne ako hrášok.

Ešte treba pripraviť aj „pôdu“ na siatie. Urobíme si hustý roztok želatíny, do ktorej dáme 40 gramov ferokyanidu draselného a 20 gramov soli. Všetko pomiešame v zohriatom roztoku želatíny.

Teraz už môžeme začať siať. Vezmeme niekoľko skúmaviek, ktoré majú priemer približne 2 až 3 centimetre. Na dno každej skúmavky vhodíme jedno alebo aj viacej našich „semienok“. Potom ich zasypeme „zemou“ — našou zmesou v želatíne.

O 12 až 15 hodín začnú zo „semienok medi“ vyháňať klíčky. Objavia sa hnedé nitky. Budú to nitky ferokyanidu meďnatého. Reakciou síranu meďnatého s ferokyanidom draselným vzniká ferokyanid meďnatý, ktorý sa bude dvíhať zo semienok čoraz vyššie vo forme tenkých lodýh. Lodyha bude ukončená maličkou guľôčkou. Naša nepravá rastlinka bude rásť asi 8 dní.



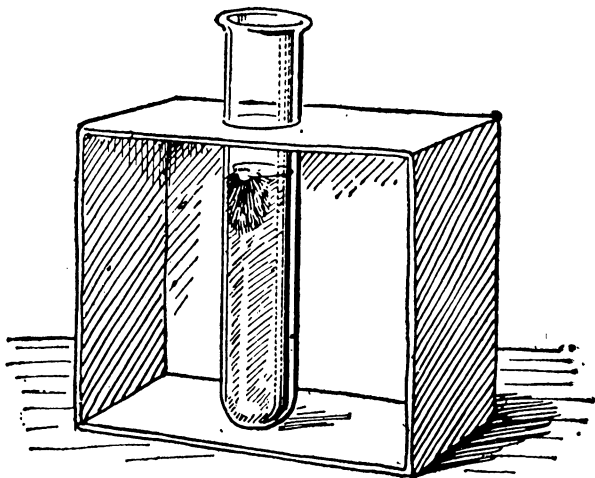
Obr. 82. „Rastlinstvo“ v želatíne: a — z „medeného semena“, b — zo „železného semena“

Zo „železných semienok“ budú rásť stonky, veľmi pripomínajúce riasy, rastúce v pokojných stojatých vodách. Rozvíjajú sa tiež asi 7 až 8 dní.

Pokus 132

Plesnivý bez plesne

Urobme v predchádzajúcom pokuse jednu celkom malú zmenu! Namiesto toho, aby sme naše „semienko“ dali na dno skúmavky a potom ho zaliali želatínou, dajme do skúmavky najprv želatínu a potom na ňu dajme semienko.



Obr. 83. „Pleseň“ z medenej soli

V skúmavke prebehne rovnaká chemická reakcia. V mieste styku síranu meďnatého s ferokyanidom draselným dostaneme v skúmavke tak isto ferokyanid meďnatý, no teraz už nie vo forme lodýh, ktoré kľčia zo semienka, ale vo forme plesne, ktorá sa šíri okolo semienka.

Chameleón

O chameleónovi ste už počuli. Je to jašter, ktorý má nezvyčajnú vlastnosť: dokáže meniť svoje sfarbenie podľa toho, v akých podmienkach a v akom prostredí sa nachádza.

Určite ste počuli i to, že aj niektorých ľudí prezývajú chameleónmi. To sú zase takí, ktorí sa v každej dobe vedia zmeniť podľa daných podmienok a svojich momentálnych záujmov.

Ale či ste už počuli aj o kvapaline, ktorá mení farbu ako chameleón?

Našu zbierku chemikálií si predsa musíme obohatiť aj takouto nezvyčajnou kvapalinou. Skôr však, než ju odložíme na jej určené miesto v našom laboratóriu, urobíme s ňou osobitný pokus, pri ktorom bude meniť svoju farbu a prechádzať takmer všetkými dúhovými farbami.

V glycerole rozpustíme uhličitan draselný a tekutú síru. Takto dostaneme hydrosulfit draselný, ktorý má tmavočervenú farbu.

Keď budeme tento roztok postupne rozriedovať glycerolom a zohrievať ho do 250 stupňov Celzia, bude kvapalina meniť — ako sme už povedali — takmer všetky farby spektra jednu za druhou; len nie v takom poradí, ako nasledujú v spektre. Najprv sa objaví červená, potom oranžová, žltá, fialová, olivová, zelená, belasá a čierna.

Pokus 134

Ešte jedna premenlivá kvapalina

Celkom jednoduchým spôsobom a s celkom minimálnymi nákladmi pripravíme ešte jednu kvapalinu s vlastnosťami chameleóna.

V destilovanej vode pripravíme celkom slabý roztok tiosíranu sodného.

A to bude naša „kvapalina — chameleón“. Potrebujeme už iba jednu kvapku kyseliny chlorovodíkovej.

Kým krútime našou sklenou „čarodejníckou paličkou“ vo vzduchu nad pohárom, v ktorom je „kvapalina — chameleón“, opatrne necháme z paličky kvapnúť jednu kvapku kyseliny chlorovodíkovej do pohára.

Upozornite prítomných, aby veľmi pozorne sledovali všetky premeny farieb, ktoré sa v pohári odohrajú.

Priezračná kvapalina sa naraz zakalí. Potom sa zmení na bledofialovú, fialovú, belasú ako obloha, potom na sivú, špinavožltú a nakoniec na bledožltú ako síra.

Celý tento proces netrvá dlhšie ako jednu minútu. Je charakteristický pre síru v okamihu jej úplného rozpúšťania sa v tekutine. Síra v takom prípade — skôr než dostane svoju známu žltú farbu — prechádza radom veľmi jemných teplých farieb.

Krásne! Lenže, kde naberieme destilovanú vodu?

A to sa naozaj vážne pýtate? Viete si vôbec predstaviť chemické laboratórium bez destilovanej vody? Ak sa vám ju nechce pripravovať, kúpte si ju v drogérii, práve tak, ako aj ostatné chemikálie.

Pokus 135

Dokážete premeniť mramor na sadze?

Keď sa dívate na biele mramorové sochy alebo na stĺpy pred prepychovými budovami, prípadne aj na steny obložené mramorovými platňami, sotva ste ochotní uveriť, že takýto prekrásny biely kameň sa môže obrátiť na čierne sadze.

Ale keď si overíte v našom laboratóriu, že to možné je, potom už nebude treba, aby ste verili — potom už budete vedieť. Ako sa vie všetko, čo je raz dokázané.

Pomiešate 2,5 gramu jemného mramorového prachu s dvoma gramami práškoveho horčika. Zmes dajte na rovnú kamennú platňu a upravte ju do tvaru kopčeka. Zapáľte zmes pomocou zápalnej šnúry. Odtiahnite sa, lebo dookola lietajú iskry horiaceho horčika tak, akoby bola vybuchla nejaká malá sopka.

Keď oheň zhasne a zvyšky vychladnú, kopček zostane pokrytý snehobielym obalom kysličníka horečnatého.

Nadvihnite nožom túto bielu prikrývku a ukáže sa vám pod ňou čierny uhlík!

Ako si zhotovíte zrkadlo?

Niektó nám síce môže povedať, že je oveľa jednoduchšie ísť do obchodu a zrkadlo si kúpiť, než sa trápiť s jeho výrobou.

My však také riešenie ponecháme tým, ktorých chémia nezaujíma. Nech si len idú do obchodu a zrkadlo si kúpia, keď ho potrebujú. Ale my si chceme pre seba spraviť krásne zrkadlo sami v našom laboratóriu.

Rozpustíme 2,5 gramu dusičnanu strieborného v 125 gramoch destilovanej vody. Po kvapkách pridávame čpavkovú vodu až dovedy, kým nezmizne usadenina, ktorá sa v pohári objavila. Roztokom pritom musíme potriať. Potom roztok prefiltrujeme a pridáme toľko destilovanej vody, aby sme mali spolu 250 mililitrov kvapaliny. Musíme ju uchovávať v tmavohnedej fľaši.

Ešte jednu kvapalinu potrebujeme. V sklenej nádobe zohrejeme 250 mililitrov destilovanej vody až po teplotu varu. Rozpustíme v nej 0,5 gramu dusičnanu strieborného a potom ešte 0,4 gramu Seignettovej soli (síran sodno-draselný). Miešame, kým usadenina, ktorá sa objavila, nezosvie. Potom kvapalinu — kým je ešte horúca — prefiltrujeme a takisto ju prelejeme do fľaše z tmavého, hnedého skla.

Teraz nám zostala už iba jedna práca: nájsť kúsok skla a dobre ho očistiť — najmä dokonale z neho odstrániť mastnotu.

Na tento účel nám poslúži kyselina sírová, do ktorej môžeme sklo ponoriť. Potom ho opláchneme pod vodovodom a nakoniec ešte aj destilovanou vodou. Nesmieme sa ho dotýkať prstami, ale pinzetou alebo kliešťami — aj to len na okraji.

Obe vopred pripravené kvapaliny nalejeme v rovnakom pomere do širokej sklenej nádoby, do ktorej položíme našu sklenú tabuľku. Aby sme postriebrovanie urýchlili, nádobu môžeme položiť na hrniec s vodou, horúcou 70 až 80 stupňov Celzia.

Asi po štvrtť až pol hodine máme sklo postriebrené z oboch strán. Vytiahneme ho z roztoku pomocou klieští. Dobré ho opláchneme a necháme vysušiť. Potom tú stranu, ktorá je lepšie postriebrená, trieme nejakým lakom a druhú stranu očistíme vatou namočenou v kyseline dusičnej.

Pri práci s kyselinami musíme dávať vždy dobrý pozor, aby nám kyselina nekvapla na ruku.

Som presvedčený, že budete s vaším zrkadlom spokojní vy i vaša sestra, ak jej ho, pravda, darujete.

Pokus 137

Nezvyčajný maliar v našom laboratóriu

Dokážete nakresliť niečo dymom z cigarety? — spýtate sa doma niekoho z dospelých a podáte mu list papiera.

— Ako prosím? — Na papier? Do vzduchu by som ešte čo-to dokázal nakresliť, ale na papier, to neviem. Nie, také niečo nedokážem! —

Prosím, prosím, skúste! — naliehate na vášho domáceho fajčiara a strkáte mu do ruky papier.

A naozaj, keď sa na list papiera fúkne dym z cigarety, objavia sa na ňom čiary, písmená, alebo nejaká kresba.

Ako to vysvetliť?



Obr. 84. Pod vplyvom dymu z cigarety sa objaví kresba na papieri

Pred touto časťou nášho pokusu, ktorá sa odohráva pred očami divákov, nakreslili sme niečo na papier pomocou roztoku dusičnanu strieborného.

Potom sme kresbu vystavili pôsobeniu slnečných lúčov, ktoré rozkladajú strieborné soli, a tým sa na papieri objavili fialové čiary.

Keď sme našu kresbu takto na slnku vyvolali, namočili sme ju ešte do roztoku chloridu ortuťnatého (sublimát) a kresba zmizla.

Dávajte pozor, chlorid ortuťnatý je veľmi nebezpečný jed!

Na takto pripravenom papieri bude cigaretový dym poslušne kresliť kresby podľa nášho želania.

Cigaretový dym v tomto prípade môžu nahradiť aj výpary čpavku. Možno nimi takisto vyvolať neviditeľnú kresbu na papieri. Veď v tomto prípade pôsobí práve to určité množstvo čpavku, ktoré cigaretový dym obsahuje.

Pokus 138

Červené + biele = belasé

Čo si myslieť o tejto maliarskej rovnici?

Každý maliar vám povie, že červená a biela farba dáva ružovú. Lenže v našom laboratóriu z nich predsa len bude belasá.



Obr. 85. Zisťovanie prítomnosti škrobu pomocou jódovej tinktúry

Vezmite pohár veľmi horúcej vody a zamiešajte do nej lyžičku múky. Zmes bude biela.

Potom vezmite jódovú tinktúru. Jódová tinktúra je roztok kryštálov jódu v liehu. Kryštály jódu majú farbu červenú, a teda aj ich roztok je červený.

Kvapnite dve až tri kvapky jódovej tinktúry do pohára s rozrobenou múkou. Kvapalina zostane odrazu belasá.

Tento pokus využívajú chemici, aby skúmali, či určitá látka obsahuje škrob. Škrob je zlúčenina uhlíka, kyslíka a vodíka a nachádza sa v obilninách. Keď sa dostane do styku s jódom, získava belasú farbu.

Škrob je pre výživu ľudí veľmi dôležitý. Predstavuje jednu z najvýznamnejších zložiek ľudskej potravy, lebo dodáva telu potrebnú energiu. Keď dostane ľudský organizmus stravu, ktorá obsahuje škrob, premieňa ho vplyvom chemikálií v zažívacom trakte na taký druh cukru, ktorý môže organizmus zužitkovať priamo.

Mimoriadne veľa škrobu obsahuje pšenica i ostatné druhy obilia, ryža a zemiaky. Preto sú chlieb, ryža a zemiaky veľmi výživné.

Škrob sa v priemysle mnohostranne využíva. V textilnom priemysle sa používa napr. na úpravu priadzi, aby boli hladké, lebo inak by sa niektoré nedali ani spracúvať. Zo škrobu sa vyrába veľa druhov lepidiel, veľmi veľa rôznych výrobkov, ba i niektoré druhy výbušnín.

Pokus 139

Ako získame škrob v našom laboratóriu

Ak na trošku zemiakovej kaše kvapnete jódovú tinktúru, zistíte, že v zemiakoch skutočne škrob je. Pokúsme sa ho teda získať zo zemiakov, aby sme ho mali v našom laboratóriu, keď ho budeme potrebovať pri niektorých našich pokusoch.

Očistíme a postrúhame dva veľké zemiaky. Získanú masu zabalíme do kúska bielej handričky a dobre ju v nej vyžmýkame. Potom vezmeme hrniec s vodou a handričku aj s jej obsahom niekoľkokrát ponoríme do vody a precedíme do hrnca. Voda v hrnci sa zakalí.

Po niekoľkých minútach sa voda v hrnci vyčistí. Na dne hrnca zostane biela usadenina.

Hornú vrstvu — číru vodu — z hrnca zlejeme. Spodnú vrstvu s usadeninou necháme v hrnci, kým sa voda nevyparí. V hrnci nám zostane suchý biely prášok. A to je škrob.

Pokus 140

Čo robí droždie v cukre?

Aby ste mi rozumeli! Nepýtam sa, kde sa vzali kvasinky v cukre, lebo to sme my sami rozmrvili kúsok droždia do štvrt pohára teplej vody, v ktorej bola už predtým rozpustená jedna lyžica cukru. Ja sa však teraz pýtam na to, ako pôsobí droždie v tejto kvapaline.

Pozrime sa najprv, čo sa udialo v pohári. O pol hodiny uvidíme v pohári hubovitú masu plnú bubliniek, ktoré sa nad touto masou dvíhajú a pod ňou sa zhromažďuje číra kvapalina. To je alkohol. Plynové bublinky — to je kysličník uhličitý.

Pôsobením kvasiniek sa cukor premenil na alkohol. Tento proces sa nazýva kvasenie alebo fermentácia. Celé stáročia ľudia využívali tento proces, pripravujúc víno zo sladkého hroznového moku — a predsa nevedeli, v čom je jeho podstata.

Kvasinky, ktoré nie sú nič iné, ako veľké množstvo živých buniek istej huby, vylučujú také látky, ktoré sa nazývajú enzýmy alebo fermenty. Tieto látky vyvolávajú premenu cukrov alebo škrobu na alkohol a kysličník uhličitý. Cestu k pochopeniu liehového kvasenia i pôsobenia všetkých fermentov ukázal vo svojich prácach slávny francúzsky vedec Louis Pasteur (ľuj pastör).

Cukor aj lieh sú zlúčeniny uhlíka, vodíka a kyslíka. Zložené molekuly cukru sa delia na jednoduchšie molekuly alkoholu, pričom sa uvoľňuje kysličník uhličitý.

Pri tomto procese pôsobia fermenty ako katalyzátory, ale samotnej reakcie sa nezúčastňujú.

Úlohou droždia v chlebe je vytvoriť bublinky kysličníka uhličitého, aby sa chlieb zodvihol a bol ľahší a mäkkší. Súčasne umožňujú, aby sa chlieb lepšie vypekol.

10. Rastlinná bunka — záhadná továreň

Rozprávanie vo chvíľach oddychu

Keby sa vás niekto spýtal: „Čo považujete za najvýznamnejší chemický proces na svete?“ — akú by ste dali odpoveď?

Vôbec nepochybujem o tom, že vy, ktorí sa zaoberáte chémiou, by ste bez váhania odpovedali: „Najvýznamnejší chemický proces na svete je výroba organických látok v bunkách živých zelených rastlín.“

Zelené bunky rastlín — teda tie, ktoré obsahujú zelenú látku, nazývanú chlorofyl — čerpajú zo vzduchu bezprostredne kyslíčnik uhličitý. Z neho si ponechávajú uhlík, kým kyslík vracajú späť do vzduchu. Spolu s vodou, ktorú prostredníctvom koreňov čerpajú zo zeme, produkujú zlúčeniny uhlíka, vodíka a kyslíka, nazývané spoločným menom — uhľohydráty. Zlučovanie týchto prvkov v listoch rastlín umožňuje slnečná energia, bez ktorej by bol takýto proces nemožný. Preto sa aj uvedený proces nazýva fotosyntéza.

Veľkým chemikom — ktorý v rastlinnej bunke vykonáva spomínaný proces, ten, ktorý v tejto najvýznamnejšej chemickej továrni spája slnečné teplo s prvkami akýmsi záhadným spôsobom, do ktorého ľudia ešte nedokázali preniknúť — týmto veľkým chemikom je práve tá zelená látka, chlorofyl.

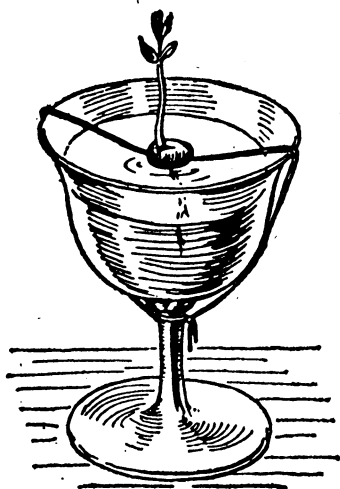
Je to jeden z najvýznamnejších procesov, aké v prírode jestvujú. Fotosyntéza vytvára v rastline látky predstavujúce zdroj potravy pre všetky živé organizmy na svete; pre rastliny i pre živočíchov — vo vode i na suchu. Rastlina vyrába celulózu, škrob, cukor, tuky, bielkoviny, vitamíny a veľa ďalších látok, ktoré predstavujú výlučný zdroj potravy živočíchov. Vyrába ich buď priamo z rastlín, alebo nepriamo cez živočíšne mäso, v ktorom sa nachádzajú v zmenenej podobe.

V týchto látkach chlorofyl sústredil slnečnú energiu, ktorá sa z nich uvoľňuje, keď napr. horí drevo, uhlie, nafta — lebo všetky tieto látky sú rastlinného pôvodu. Slnečná energia sa uvoľňuje aj pri procese trávenia — spaľovania týchto látok v organizme. Pri trávení a spaľovaní v organizme — alebo aj mimo neho, odohráva sa opačný proces, než je ten, ktorý sa odohráva v rastline: organické zlúčeniny sa rozkladajú na kyslíčnik uhličitý a vodu, z ktorých pôvodne vznikli, pričom sa uvoľňuje energia, ktorú do týchto zlúčenín nazhromaždil chlorofyl zo slnečných lúčov.

Nakoniec to, čo sa javí ako vedľajší produkt tejto neprekonateľnej chemickej továrne — to, čo ona nespotrebuje, ale vypúšťa do vzduchu — je kyslík, bez ktorého nejestvuje nijaký život v živočíšnom svete. Rastliny svojím procesom asimilácie nepretržite osviežujú atmosféru, čistia vzduch od kyslíčnika uhličitého a zásobujú ho kyslíkom. Toto vzájomné dopĺňanie pri obojstrannej viazanosti so živočíšnym svetom, vedie k jedinečnému spojenectvu všetkého, čo na Zemi žije.

V nespočetných inštitúciách a laboratóriách na celom svete fyzici, chemici a biológovia kráčajú v súčasnosti za tajomstvom fotosyntézy. Najnovšie poznatky o štruktúre hmoty a podstate energie i najnovšie skúsenosti v oblasti štiepenia atómu, poskytujú vedcom nové poznatky pre tieto ich výskumy. Do rastlín sa vstrekujú rádioaktívne látky a pomocou Geigerovho počítacza sa sleduje ich pohyb a zmeny v rastlinstve. Vedci sa domnievajú, že pomocou takýchto a podobných metód, ktoré sa v budúcnosti ešte len objavia, podarí sa odhaliť tajomstvo fotosyntézy a ovládnuť ju. A to bude najvýznamnejší objav v histórii ľudstva. Z hľadiska významu pre život človeka, prekoná aj grandiózne objavy, ktoré pre ľudstvo prinieslo využívanie atómovej energie.

— No, mám strach, či to už nebude priveľa — povie ti mama, keď začuje, že prinesieš do izby celý dub. — Keby ešte asparágus alebo fikus, to by sa hodilo, ale dub... Tvoj dub však zaberie menej miesta ako fikus. Bude ti rásť vo veľmi skromnom prostredí — v pohári vody.



Obr. 86. Krik v pohári vody

Nájdí si pekný, zdravý žalud'. Prevleč cezeň nitku, tú pretiahni cez vrch pohára tak, aby žalud' visel uprostred pohára. Konce nitky uviaž pod kalichom pohára, okolo pohárovej stopky.

Do pohára napusti toľko vody, aby sa žalud'a len dotýkala.

Zanedlho vyženú zo žalud'a žilky koreňov, ktoré sa spustia do vody. Potom sa roztvorí žalud' a vyklíči. Koreň sa bude spúšťať stále hlbšie do vody a jemné stebielka duba sa budú dvíhať — čím ďalej tým viac — nahor.

Čo myslíte, ako dlho môže žiť váš malý, jemný dub v pohári vody vo vašej izbe? Niekoľko mesiacov.

Stačí povedať farbu . . . !

Aká farba kvetov sa ti najlepšie páči? — spýtaj sa priateľky, ktorej chceš k narodeninám doniesť kyticu.

A veru môžeš pokojne čakať na jej odpoveď, lebo — nech by povedala čokoľvek — budeš schopný splniť jej želanie.

Vezmeš nejaké biele kvety — povedzme biele ruže alebo biele karafiáty — a kým sú ešte čerstvé, postavíš ich do vázy, v ktorej je voda zafarbená takou farbou, akú chceš, aby tvoje kvety získali.

Farba začne pomaličky prenikať cez lodyhu a za niekoľko hodín sa dostane až do bielych lupienkov kvetov.

Kvety sa nedajú zafarbiť tak, že ich jednoducho vykúpete v zafarbenej vode. Farba sa musí dostať dovnútra kvetu, do jeho buniek, a to je možné len cez kapiláry lodyhy.

Na tento účel sa najlepšie hodia anilínové farby. Farebný roztok však treba prefiltrovať. Okrem toho môžete pridať do farby trocha liehu, aby sa farba čo najlepšie rozpustila.

Pokus 143

Nech vpučí vetvička uprostred zimy

Bude to veľmi nezvyčajný pohľad pre vašich návštevníkov, ak na vetvičkách vo vašej izbe uvidia mladé zelené lístčky alebo aj kvety v takom období, keď vonku sneh pokrýva polia, ulice a strechy.

— Ani sme nevedeli, že máte doma zimnú záhradu — povedia ti.

— Vôbec nie záhradu — odpovieš — ale . . . chemické laboratórium.

Tenučkou pílkou šikmo odpílite asi pol metra dlhý konárik zo stromu. Potom ho pod vodou opatrne poumývate od snehu alebo námrazy, ktorá sa naň nachytala. Voda súčasne trochu zmäkčí pupene na vetvičke.

Potom dajte vetvičku do vázy s vodou, do ktorej ste pridali trochu nehaseného vápna a necháte ju tam asi 12 hodín.

Vázu treba držať v teple — vo vykúrenej izbe. Do vázy

postavíte vetvičku podľa možnosti kolmo. Do vody, v ktorej sa vetvička nachádza, kvapnite niekoľko kvapiek kyseliny sírovej. Kyselina ochráni vetvičku pred zahŕňaním. Z času na čas ovlažte vetvičku vlažnou vodou. Vodu vo váze vymieňajte každý týždeň a používajte len vodu vlažnú, nie priamo z vodovodu.

V priebehu niekoľkých týždňov sa pupence nalejú, vetvička vyženie lístky a možno na nej rozkvitnú aj kvety.

Vo váze na okne budete môcť obdivovať obraz kvitnúcej jari a vonku — holé, čiernehoedé konáre, prípadne ešte stále zasnežené.

Pokus 144

Zeleninová záhrada bez zeme

Do našej zimnej zeleninovej záhrady — bez zeme — si zasadíme fazuľku, šošovicu a hrášok...

— Bez zeme?

Áno. Bez zeme. Nájdeme nejakú plechovú konzervovú škatuľu. Do jej dna spravíme klincom viacej dierok. Do škatule vložíme vrstvu machu a do neho posadíme semienka fazule, šošovice a hrachu.

Predtým však semienka dáme na 24 hodín do vody, aby sme ich pripravili na klíčenie.

Škatuľu s machom a semienkami postavíme na nejakú sklenú nádobu a často polievame vodou. Prebytočná voda vytečie cez dierky do nádoby pod škatuľou.

O niekoľko dní uvidíme, ako zo semienok vyrážajú klíčky a ako sa jemné tenké žilky budúcich korenkov preťahujú cez dierky na dne škatule a prenikajú do hĺbky spodnej nádoby, práve tak, akoby korenky prenikali zemou, keby v nej boli semienka zasadené.

Pokus 145

Kríček vo vzduchu

Namiesto hlíny nám posluží v našej zimnej záhrade tentoraz nejaká stará špongia.

Dobre ju vyperieme v teplej vode a potom do nej zasa-

díme semienka. Ďatelinové, ľanové, alebo semienka ohnice, ktorá rastie na poli ako burina.

Zaiste ste si už aj sami domysleli, že aj v tomto prípade treba semienka pripraviť na sejbu tak, že ich dáme na niekoľko hodín do vody.

Keď budete špongiu polievať každý deň, čoskoro z nej vyklíčia semienka, ktoré ste do nej zasiali.

Špongiu môžete zavesiť — nech visí voľne vo vzduchu. Za niekoľko dní to už nebude špongia, ale bude tam visieť veľmi zaujímavý kriček.

Pokus 146

Cesnak na mrkve

A to je čo? — spýtate sa. „Vari nejaké nové jedlo, ktoré pripravujeme v našom laboratóriu?“

Nie. Je to len taká ďalšia novota z našej zimnej záhrady. Na mrkve nám vyklíči hlávka cesnaku.

Vezmete jednu peknú, zdravú mrkvu, ktorú ste práve vykopali zo zeme. Spravíte do nej dieru, ktorá je na spodku širšia než pri otvore.

Z mrkvy opatrne poodrezávate všetky koreňky, výhonky a lístky.

Potom si nájdete zdravú hlávku cesnaku, z ktorého taktiež odrežete všetky koreňky.

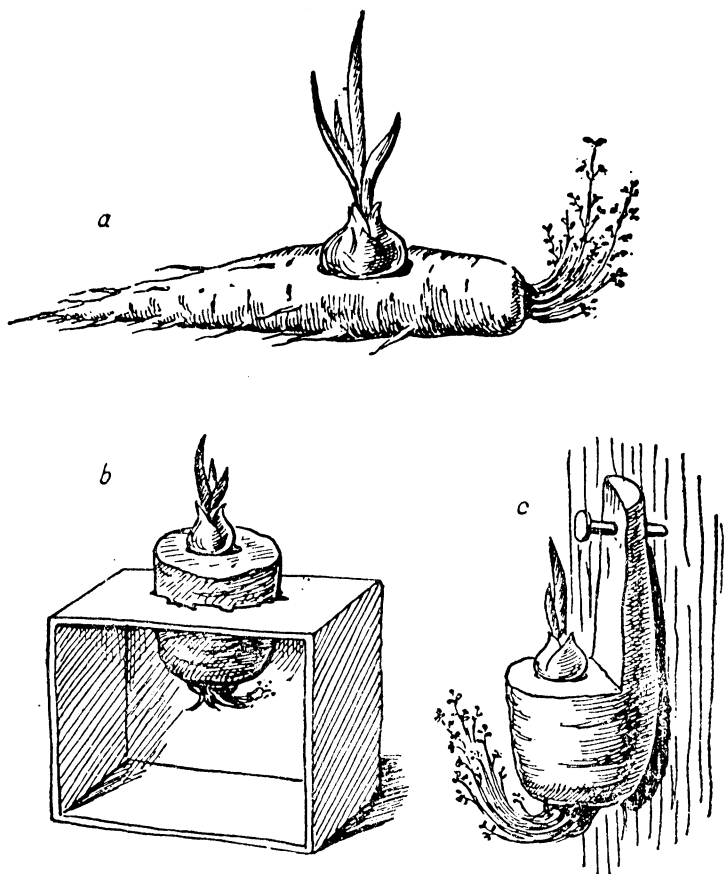
Mrkvu položíme na tanier a umiestime tak, aby ležala rovno a nehýbala sa. Do dierky, ktorú sme do nej urobili, nalejeme vodu, ale nie až celkom po okraj a vložíme tam hlávku cesnaku.

Potom sa už staráme iba o to, aby sme do dierky každý deň priliali trocha vody. Musíme dávať pozor, aby sa voda nedostala pod mrkvu a aby nezostával tanier vlhký. Inak by nám začala mrkva hniť.

Naspodku cesnaku sa o niekoľko dní objavia drobné biele koreňky. Budú rásť až dovtedy, kým nezaplnia dieru v mrkve. Potom už treba dolievať vodu veľmi opatrne. Hlávku cesnaku nesmieme vôbec hýbať. Ak však zistíte, že niektoré koreňky hnijú, musíte ich opatrne odstrihnúť a vyhodiť von.

Nakoniec zbadáte, že z hlávky cesnaku vyhnali klíčky, že rastú a rozvíjajú sa.

Avšak mladé výhonky má nielen cesnak, ale klíčiť začína



Obr. 87. Cesnak vykličí z mrkvy — a — položená mrkva, b — kvetináč, c — visiaci kvetináč

aj mrkva. Jej výhonky však nerastú — ako obvykle — v smere jej osi. Ťahajú sa tým smerom, odkiaľ dopadá na mrkvu svetlo.

Mrkvu môžeme i naprieč rozrezať a cesnak zasadiť na rozrezané miesto. Keď tejto mrkve dáte ešte vhodný podstavec, bude pripomínať kvetináč, v ktorom rastie cesnak.

Ba, z mrkvy si môžete urobiť aj celkom zaujímavú vázu na stenu. Mrkvu rozrežete po dĺžke zvrchu až do prostriedku.

Tam urobte zboku priečny zárez tak, aby ste vysekli z mrkvy asi jednu štvrtinu. Navrchu priečneho rezu urobíte dieru, do ktorej zasadíte cesnak a hornou časťou mrkvy prestrčíte klinec, ktorý môžete zatlačiť do steny. Bude to taká visiaca vázička. Z nej bude rásť mladý cesnak a spopod nej sa budú ťahať smerom k svetlu mladé výhonky mrkvy.

Tieto pokusy sa najlepšie daria v období od októbra do januára.

Mrkvu treba držať blízko okna vo vykúrenej izbe.

Pokus 147

Kučeravé výhonky zemiaka

Vezmite zdravý zemiak podlhovastého tvaru a urobte do neho veľkú dieru. Zemiak musí byť podlhovastý preto, aby pevne ležal na tanieri a aby sa z dierky nevylievala voda, keď ju tam nalejete.

Zemiak odložte v teplej izbe, trochu ďalej od okna — tak, aby naň dopadalo svetlo z jednej strany.

Dolievajte denne vodu do dierky, ktorú ste do zemiaka spravili. Dávajte pozor, aby sa voda nedostala na tanier!

Veľmi rýchlo sa objavia koreňky a hneď za nimi aj klíčky, ktoré sa budú ďalej rozvíjať vo forme dlhých bielych lodých.

Lodyhy sa budú krútiť podľa toho, odkiaľ dopadá na zemiak svetlo, t. j. smerom k oknu. Ak po nejakom čase zmeníme polohu zemiaka tak, že lodyhy otočíme smerom k tmavšej časti izby, zmenia postupne smer rastu a budú sa točiť smerom k oknu. Keď budete meniť polohu zemiaka každý týždeň, budú sa lodyhy stále viac a viac krútiť a nadobudnú tak celkom zvláštny, kučeravý vzhľad. Môžu dosiahnuť dĺžku až 40 cm a môžu z nich vyhnúť aj zelené lístočky.

Pokus 148

Figovník na minarete

Ako deti sme často hľadeli s údivom na figový strom, ktorý rástol na veži vysokého kamenného minaretu.

Semenom tam mohol zaviať vietor, ale ako môže rásť strom na samom kameni?

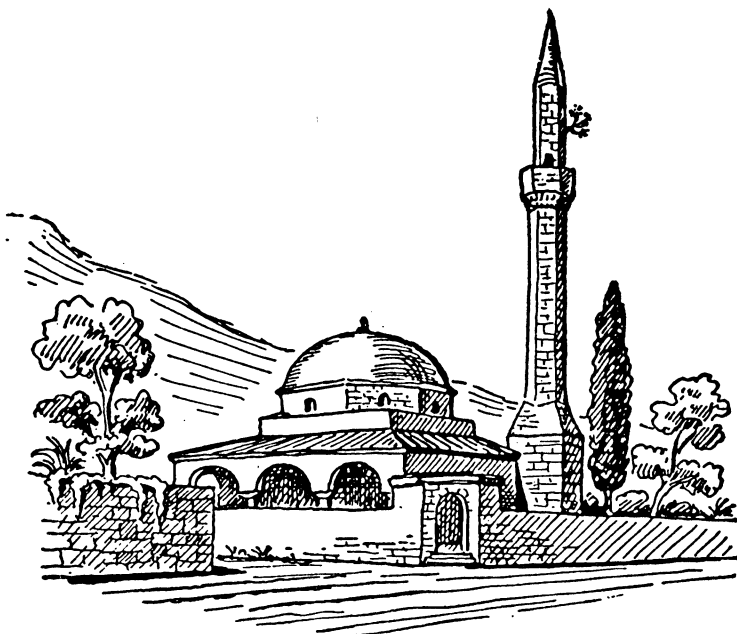
Túto záhadu sme vyriešili jedného dňa v našom laboratóriu, keď sme si povedali, že si musíme tento zaujímavý úkaz overiť.

Skúste to aj vy!

Vezmite hrniec z pálenej hliny — bez glazúry.

Do hrnca vložte semienko a celý hrniec ponorte do vody, alebo ho zvonku občas polejte vodou.

Pretože pálená hlina je pórovitá, bude nasávať vlhkosť, a tak začne semienko zásobovať vlhcou. Semienko postupne prirastie k hrncu — zapustí koreňky do pórovitých stien nádoby a vykličí.



Obr. 88. Figovník na minarete

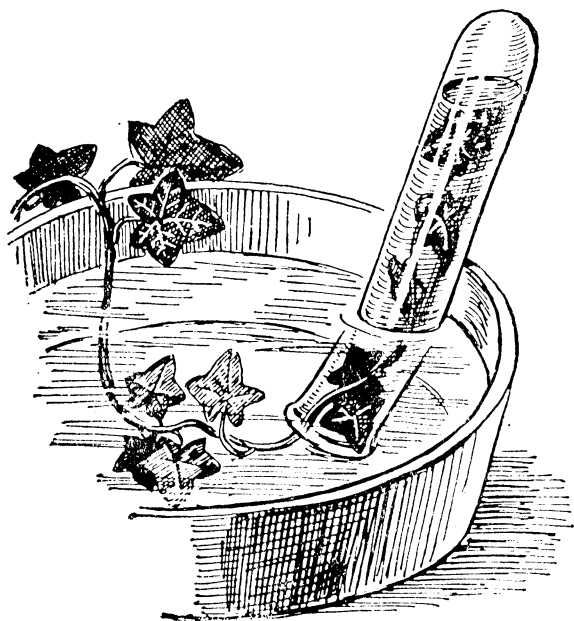
Nezvyčajný obraz, aký poskytne figovník na veži minaretu, obraz, ktorý tak pôsobí na divákov, že si azda aj zasľúži rátať ho medzi skutočné „divy sveta“ — tento obraz — ako vidíte — má svoje celkom prirodzené vysvetlenie.

Tajomná „fabrika“ v činnosti

— Pozrime sa, ako rastlina dýcha — príde vám na um jedného pekného, teplého a slnečného dňa.

— Pozrime sa — povieť, a chystáte sa ísť spolu s ostatnými do záhrady.

Jednu skúmavku naplníte až po samý vrch vodou, zakryjete ju prstom a ponoríte jej otvor do nejakého kastróla alebo inej plytkej nádoby, do ktorej ste už predtým napustili vodu. Prst môžete odtrhnúť z otvoru skúmavky vtedy, keď je už pod vodou. Skúmavka ostane plná vody, lebo ju v nej bude držať tlak vonkajšieho vzduchu.



Obr. 89. Dýchanie rastliny

V záhrade si nájdeme nejakú rastlinu — najlepšie sa nám v tomto prípade hodí popínavá rastlina, brečtan, alebo vínná réva. Vrch jednej vetvičky zasunieme pod vodu zospodu do skúmavky.

Keď to urobíme, umiestime vetvičku tak, aby na ňu dopadali slnečné lúče.

O niekoľko hodín sa prideme pozrieť, čo sa tu stalo. Vody v skúmavke ubudlo a nám sa zdá, akoby bol v jej hornej časti prázdny priestor. Vzduch však nemohol v žiadnom prípade preniknúť cez vodu do hornej časti skúmavky.

Je nám jasné, že to nemôže byť prázdny priestor, pretože vonkajší tlak vzduchu by nedovolil, aby stav vody v skúmavke klesol. Voda mohla klesnúť jedine pod tlakom nejakého plynu v skúmavke.

To znamená, že rastlina „dýchala“ a vypúšťala do skúmavky nejaký plyn.

Ten plyn je kyslík.

Ako si to môžeme overiť?

Vetvičku zo skúmavky opatrne vytiahneme, pričom otvor skúmavky necháme stále pod vodou. Potom uzavrieme skúmavku gumovou zátkou, v ktorej je navlečená rúrka. Ak má rúrka zatvárací kohútik, tým lepšie. Ak takú nemáme, zakryjeme rúrku prstom.

Teraz už môžeme skúmavku z vody von vytiahnuť a obrátiť ju dolu dnom. Kyslík — pretože je ľahší než voda — presunie sa do hornej časti skúmavky, t. j. pod zátku a do rúrky.

Keď priložíte tlejúcu zápalku k rúrke a otvoríte ju, zápalka sa náhle rozhorí plameňom. Kyslík zo skúmavky spôsobí jej jasnejšie a rýchlejšie horenie.

Pokus 150

Fotografia na liste

Jedného dňa prekvapíte svojich priateľov, ktorí sa venujú fotografovaniu, vlastným portrétom na liste, ktorý ste odtrhli z nejakého stromu v záhrade.

Na ich spýtavé a začudované pohľady odpoviete veľmi vážne:

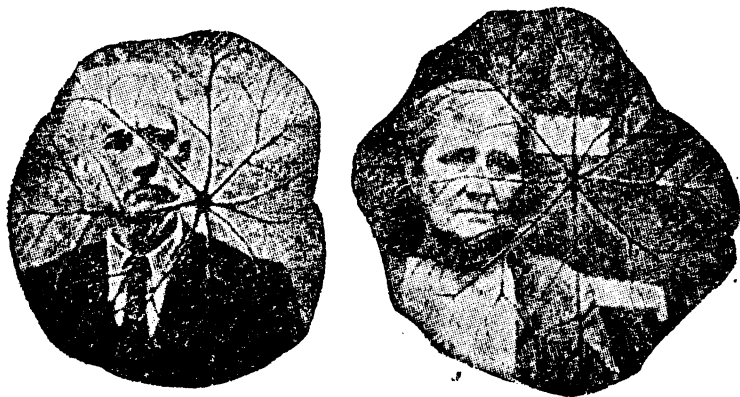
— To predsa nie je nič zvláštne — zasadil som negatív a teraz mi vyrastajú a dozrievajú pozitívy.

No, aj tak im budete musieť pravdivo vysvetliť, ako ste prišli k tomu podivnému obrázku.

Nájdite nejaký veľmi dobrý, čistý a jasný negatív. Predmety, ktoré sú na ňom, nesmú byť príliš drobučké, lebo nezostanú také ostré a ťažko by sa dali rozoznávať.

Potom si v záhrade nájdite list, na ktorom by ste chceli

vyvolať pozitív vašej fotografie. Musíte vybrať predovšetkým list zdravý, nepoškodený a čo možno najrovnejší, aby mal čo najmenej žiliek a povrch čo najhladší. Nesmie byť dnu v korunke stromu, lebo potrebujeme, aby naň svietilo celý deň slniečko.



Obr. 90. Fotografie na liste zo stromu

K tomuto nášmu pokusu je najvyhovujúcejší list kapucínky väčšej (*tropaeolum maius*), ale môžete použiť aj akýkoľvek iný.

Na list priložíte vybraný negatív. Tou stranou, kde nie je emulzia, priložíte ho k listu. To znamená, že tá strana, kde emulzia je, bude obrátená smerom k slnku, bude na vzduchu, lebo vlhkosť listu by mohla emulziu poškodiť.

Pod list položíte pevnejší kartón.

Aby sa negatív na liste nepohol, pripevníte ho z dvoch strán štipcami ku kartónu, ktorý ste pod list podložili. Môžete použiť aj sponky na papier alebo štipce na bielizeň. Dávajte pozor, aby ste list príliš nepritlačili, lebo by nemohol dýchať.

List bude môcť plniť cez deň svoju funkciu, ak spravíte do kartónu, ktorý chcete podložiť pod list, viacej dierok.

Dúfam, že vám netreba pripomínať, že list musí zostať na konári stromu a že ho nesmiete odtrhnúť.

Keď už budete mať negatív „namontovaný“, podložte pod list nejaký podstavec, aby negatív, kartón a štipce nezaťažili list tak, že by sa odtrhol. Obráťte negatív smerom k slniečku a dozerajte celý deň na to, aby bol čo najviac vystavený slnečným lúčom.

Podvečer, keď už bude slniečko zapadať, dajte negatív dolu a list zo stromu odtrhnite.

List ponorte okamžite do horúcej vody a podržte ho tam jednu minútu. Potom ho ešte namočte do teplého liehu, v ktorom sa rozpustí chlorofyl. List zostane takmer biely.

Teraz môžete začať vyvolávať pozitív.

Namočíme list do jódovej tinktúry a pred našimi očami sa objaví obrázok. List potom vyperte a vysušte, rovnako ako sa vo vode pláchajú a potom sušia fotografie.

Čomu môžeme ďakovať za túto zaujímavú snímku?

Ako viete, list rastliny je tá zázračná továreň, ktorá dokáže čerpať pohonnú silu zo slnečného tepla a suroviny zo zeme a zo vzduchu.

Z vody, ktorú čerpá zo zeme a z kysličníka uhličitého, ktorý čerpá zo vzduchu, vyrába rastlina pomocou slnečného tepla škrob v póroch svojich listov.

Cez noc sa škrob nevyrába, lebo k jeho výrobe potrebuje rastlina bezpodmienečne slnečnú energiu.

Rastlina však ani cez noc nespí a neoddychuje. Jej „nočné smeny“ majú dôležitú úlohu. Škrob, ktorý sa nazhromaždil cez deň v listoch, rozvádza sa cez noc po celej rastline. Jedna jeho časť sa premieňa na cukor a druhá sa ukladá v osobitných skladoch. Do rána sa póry listov škrobu zbavia, vyprázdnia sa a pripravujú sa tak na novú výrobu v nasledujúcom dni.

To si ľahko overíme a dokážeme v našom laboratóriu.

Ako už viete, jódová tinktúra farbí škrob na belaso. Keď odtrhnete list z vetvičky večer a ponoríte ho do jódovej tinktúry, zafarbí sa na belaso. To znamená, že list skutočne obsahuje škrob. Keď to isté urobíte s listom, ktorý ste odtrhli ráno, farba listu sa nezmení. Prečo? Pretože v ňom škrob nie je.

Ešte si povedzme, čo sa deje s listom, keď naň priložíme negatív. Viete, že tmavé miesta na negatíve boli v skutočnosti jasné, a naopak, jasné miesta na negatíve sú tie, na ktorých boli v skutočnosti tieň. Jasné miesta na negatíve prepúšťajú slnečné lúče, pôsobením ktorých sa hromadí v listoch škrob. Na tých miestach, kde je negatív tmavý, sa škrob nezahromažďuje. Kde bude viacej svetla, bude aj viacej škrobu.

Keď po rozpustení chlorofylu namočíme list do jódovej tinktúry, budú tie miesta, kde sa škrob nazhromaždil, tmavé a tie, kde škrob nebol, zostanú jasné.

A to je ten náš pozitív!

Naše malé laboratórium

1

Zariaďujeme si laboratórium

Na prvých stránkach tejto knihy sme si povedali, že nepotrebujeme žiadne špeciálne laboratórium; že naše laboratórium bude vždy práve tam, kde budeme pokus robiť.

Ak však majú niektorí z vás doma nejaký voľný priestor — v pivnici, na povale, v šope alebo kdekoľvek inde — v každom prípade by bolo dobre zariadiť si malé laboratórium, kde by ste mohli pracovať spolu s vašimi priateľmi.

Pre takéto laboratórium potrebujete: 1. stôl, namiesto ktorého môžete použiť aj dve alebo tri dosky pritlčené na dve väčšie debny; 2. stoličky, namiesto ktorých môžete tak tiež použiť staré debničky, alebo drevené klátiky; 3. skriňu alebo jednu — dve debničky na chemikálie a prístroje — obe so zámkom, aby sa dali uzamknúť.

V skrini alebo debničke si urobte tri priehradky. V prvej budete mať uložené prístroje, v druhej chemikálie a v tretej náradie.

Z prístrojov budete predovšetkým potrebovať: 1. liehový kahan; 2. váhy; 3. odmerky na meranie objemu kvapalín; 4. podľa možnosti teplomer.

Chemikálie držte zásadne v sklených fľašiach s čo najširším stabilným dnom. Podľa možnosti by sa mali dať zatrievajú sklennými zátkami. Priehradku s chemikáliami rozdeľte na päť častí: 1. kyseliny, 2. zásady, 3. chemikálie škodlivé alebo nebezpečné pre organizmus, 4. neškodlivé chemikálie, 5. horľavé látky. Priehradku s horľavinami sa snažte obložiť plechom.

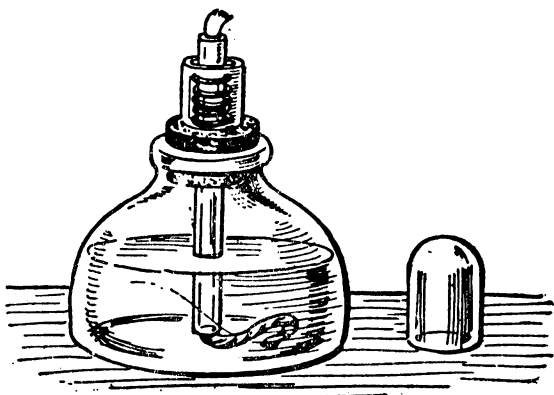
Z náradia potrebujete: 1. skúmavky, 2. rozličné sklené a porcelánové nádoby — fľašky, poháre, misky, 3. sklené

rúrky, 4. gumovú hadičku, 5. trojnožku, na ktorú sa dá postaviť nádoba, keď sa zohrieva nad plameňom, 6. stojan na skúmavky, 7. drôtený držiak na skúmavky, 8. lievik, 9. štipce, 10. pipetu, 11. sklenú paličku a 12. korkové a gumové zátky.

2

Ako si vyhotovíme najpotrebnejšie nástroje

Prakticky máme možnosť urobiť si všetky prístroje, ktoré v našom laboratóriu potrebujeme, sami.

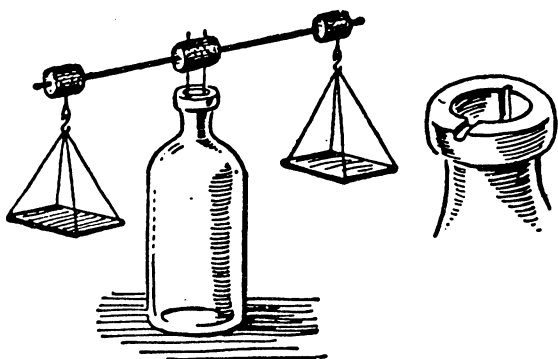


Obr. 91. Liehový kahan

1. *Liehový kahan.* Nájdeme fľašu so širokým dnom. Cez korkovú zátku prevlečieme rúrku, ktorá siaha takmer až na dno fľaše a von z fľaše trčí asi 4 centimetre. Cez túto rúrku prevlečieme knôt. Jeho horný koniec ovinieme drôtom a na to navlečieme druhú sklenú rúrku, dlhú asi 3 centimetre. Nadvihovaním alebo spúšťaním tejto druhej rúrky môžeme regulovať veľkosť plameňa. Po použití musíme vrch kahana prikrývať príklopom.

2. *Váhy.* Veľmi presné a citlivé váhy si spravíme pomocou tých najskromnejších prostriedkov.

Na hrdle fľaše urobíte pilníčkom malú priehlbinu a na opačnej strane malý žliabok.



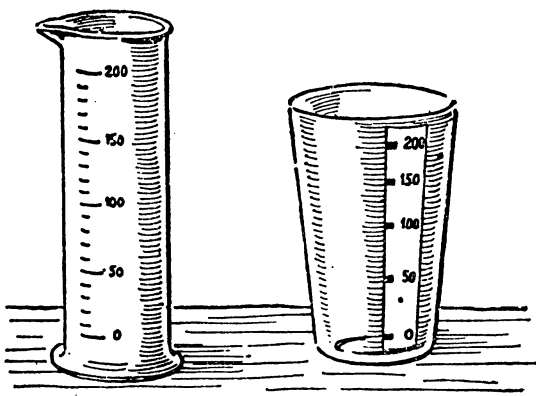
Obr. 92. Váhy

Ako rameno váhy môžete použiť ihlicu na pletenie. Navlečiete na ňu tri korkové zátky: jednu do prostriedka a dve na konce ihlice. Cez prostrednú zátku prevlečiete dva špendlíky, ktoré musia byť od seba vzdialené tak, že jeden z nich sa opiera špičkou o priehlbinku fľaše a druhý vojde do spomenutého žliabku na fľaši.

Na konce zátok pritlačte po jednej ihle na šitie, uškami dolu. Cez ušká ihiel prevlečte háčiky z tvrdého drôtu a na ne zaveste na hodvábnu nitku kartónové misky.

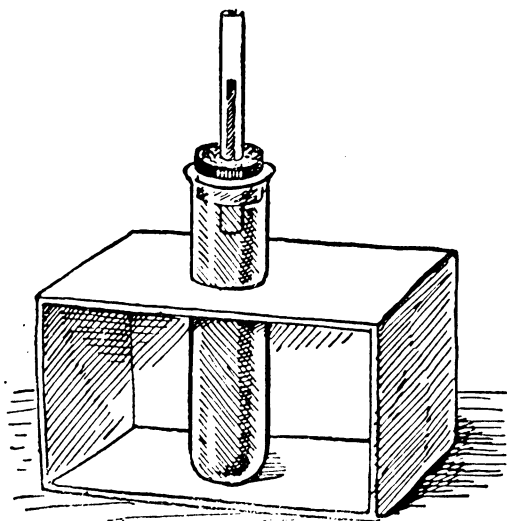
Váhu vyvážite posunovaním zátky na konci ramena.

3. Odmerka. Z kúpenej odmerky prelievajte vodu do



Obr. 93. Odmerky

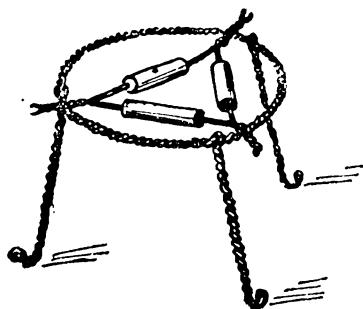
niektorej z vašich skúmaviek alebo fľaštičiek a po priliatí každého mililitra vody zaznamenávajúte úroveň čiarkami na skle vašej skúmavky. Takto si spravíte novú odmerku.



Obr. 94. Termoskop

4. Termoskop. Ak nám chýba teplomer, vypomôžeme si termoskopom, ktorý si urobíme sami.

Korkovou zátkou dobre zazátкуjte jednu skúmavku. Cez zátku prevlečte sklenú rúrku priemeru 3 milimetre. Predtým treba skúmavku naplniť vodou, prifarbenou modrou anilíno-



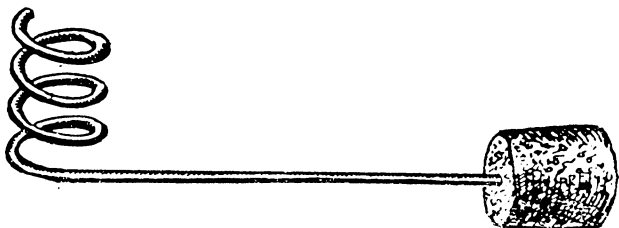
Obr. 95. Trojnožka s trojuholníkom

vou farbou. Tak, aby tekutina zaplnila do polovice tú rúrku, ktorá vyčnieva zo zátky.

Pri zmenách teploty sa bude dvíhať, alebo klesať úroveň vody v rúrke.

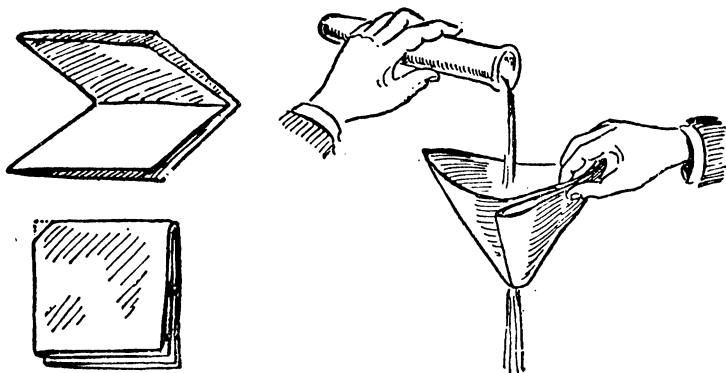
5. *Trojnožka s trojuholníkom.* Trojnožku si vyhotovíte z nejakého hrubého drôtu, ktorý skrútíte dvojmo, alebo aj viac-krát, aby trojnožka bola dostatočne pevná.

Trojuholník spravíte z jednoduchého drôtu. Na každé rameno trouholníka navlečiete rúrku z pálenej hlíny, drôty navzájom spojíte a skrútíte.



Obr. 96. Držiak na skúmavky

6. *Držiak na skúmavky.* Jeden koniec drôtu obtočíte okolo skúmavky do špirály. Druhý koniec necháte dlhší a rovný. Naň navlečiete korkovú zátku, za ktorú budete držať drôt pri zahrievaní skúmavky.

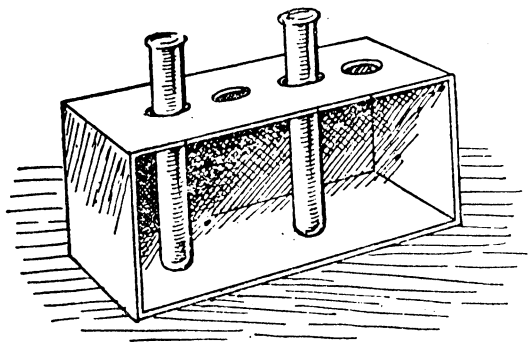


Obr. 97. Lievik z papiera

Skúmavka sa dá dobre držať pri zahrievaní pomocou pásika papiera.

7. *Papierový lievik.* Zložíte hárok papiera na štvoro. Vrch odstrihnete a máte lievik.

8. *Stojan na skúmavky.* Na boku nejakej škatule z kartónu vystrihnete okrúhle diery, do ktorých sa zmestia skúmavky. Výška škatule by mala mať približne polovičnú výšku skúmavky.



Obr. 98. Stojan na skúmavky

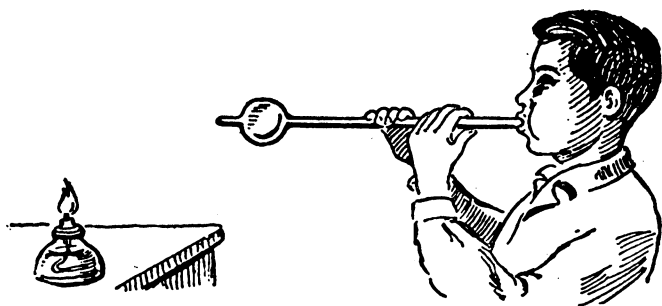
Toto je to, čo je pre laboratórium najpotrebnejšie. Ďalšie vybavenie si môžete urobiť podobným spôsobom.

3

Ako sa opracúva sklo

Často sa stáva, že sa niekomu zdá ťažké pripraviť si rozličné sklené nádoby, potrebné pre laboratórium. Pre nás to však bude maličkosť. Najhlavnejšie je to, aby ste si zaobstarali sklené rúrky rozličných priemerov.

1. *Ohýbanie sklenej rúrky.* Zohrejete nad plameňom liehového kahana rúrku na tom mieste, kde ju chcete zohnúť. Pri zohrievaní ju pomaličky otáčajte a keď sklo zmäkne, rúrku môžete ohnúť podľa potreby.



Obr. 99. Fúkanie skla

2. *Fúkanie skla.* Nad plameňom kahana zohrejete koniec rúrky. Keď sklo zmäkne, uzavriete rúrku tým, že jej koniec stlačíte kliešťami. Potom zohrievate nad plameňom to miesto rúrky, ktoré chcete mať širšie. Fúkajte do otvoreného konca rúrky, kým sa na nej neobjaví rozšírený guľový tvar. Ak chcete mať rozšírenie podlhovastého tvaru, mierne potiahnite oba konce rúrky.

3. *Vytahovanie kapilár.* Postupujete tak, ako keď chcete rúrku ohýbať. Keď sklo zmäkne, ťahajte oba konce rúrky od seba. Potom na pretiahnutom tenkom mieste rúrku prelomíte a máte dve rúrky so zahroteným koncom.

4. *Diery do skla.* Hermeticky uzavriete oba konce rúrky — stačí na ne pritlačiť prsty. Potom nad plameňom sviečky zohrievate to miesto, kde chcete mať dierku. Vplyvom teploty sa vzduch v rúrke rozpína a snaží sa dostať von cez zmäknutú časť skla. Keď sa prebije von, ostáva na skle dierka.

5. *Rezanie skla.* Ak nemáte diamant, a to je celkom pravdepodobné, sklo celkom ľahko useknete, odrežete a opilujete, ak ho predtým navlhčíte nasýteným roztokom gáfru v benzíne.

Samozrejme, že jestvuje ešte veľa ďalších spôsobov opracúvania skla, ale pre pokusy v našom laboratóriu nám postačia aj tie, ktoré sme opísali.

Čo nám ešte môže pomôcť?

Pri samotných pokusoch ste zbadali, že v našom laboratóriu nám môžu byť užitočné rôzne predmety, ktoré sa zväčša odhadzujú do smetí. Sú to rozličné drôtky, kartóny, debničky, škatuľky, konzervové plechovky, otlčené porcelánové nádoby, fľaše každého druhu, najmä však fľaštičky od liekov, skúmavky, tégly; zväčša vlastne to, čo sa už v domácnosti nepoužíva.

Píšte si denník!

Pravda, niekedy je to naozaj nudné, sadnúť si po skončení pokusu za stôl a pozapisovať do zošita priebeh a výsledky pokusu.

— Komu by sa chcelo každý raz písať — povieť si.

A veru už mnohí, práve preto, že sa im nechcelo písať, nechali svoj laboratórny denník tak, hoci na začiatku si ho veľmi svedomito viedli.

Denník vám však dá veľa dobrého!

Predovšetkým — keď si po skončení pokusu sadnete, aby ste zaznamenali a opísali jeho priebeh, zapamätáte si ho oveľa lepšie, pretože si musíte ešte raz obnoviť v pamäti celý pokus.

Keď potom znova robíte takýto pokus, môžete jeho výsledky porovnávať s tými, ktoré ste už raz dosiahli. Rovnaký výsledok potvrdí presnosť vašich pozorovaní a záverov. Odlišný výsledok poukáže na nejakú chybu v postupe, alebo na nejaký nový moment, ktorý ste dostatočne nebrali do úvahy pri vykonávaní vášho pokusu.

Keď však zmeníte podmienky, pri ktorých pokus opakujete a ak pritom dosiahnuté výsledky dokážete využiť, máte možnosť dôjsť k takým záverom, ktoré predstavujú samotnú podstatu javu, ktorý pri pokuse skúmate.

Tieto rovnaké alebo rozdielne výsledky pokusov, ktoré sa

viackrát opakujú, boli vždy ukazovateľmi smeru na ceste najvýznamnejších objavov.

Nakoniec, váš denník je pre vás pokladnicou bohatých skúseností i kronikou, vždy vzácnou i svedkom vašich prvých objavov, očakávaní, radostí, vzrušenia a poznávania pri vašich prvých prácach v oblasti vedy. A na ne budete mať — nech by boli akokoľvek skromné — vždy tie najmilšie spomienky.

6

Dávajte pozor...

Keď sa zúčastňujete nejakého chemického pokusu, pozrite sa na seba, či náhodou nemáte oblečený svoj nový oblek. Do chemického laboratória sa v novom obleku nevstupuje, ale ideme tam vždy v tom najstaršom, aký vôbec máme, lebo aj pri najväčšej opatrnosti sa nevyhneme tomu, aby sme si oblek nezafríkali a neznečistili nejakými chemikáliami.

Pozrite sa skôr, než zapálite váš liehový kahan, či nie sú blízko nejaké horľavé látky, najmä však také, ktorých výpary sú horľavé!

Ani jednu chemikáliu nenechávajte otvorenú! Každú fľašku dobre zatvorte hneď, keď si z nej vezmete chemikáliu.

Neodkladajte chemikálie blízko toho miesta, na ktorom pracujete. Chemikálie dávajte vždy do skrine, alebo aspoň na druhý koniec stola. Inak sa vám môže stať, že ich zhodíte rukou, vysypete alebo vylejete — a to môže mať za určitých okolností veľmi neprijemné následky.

Zvyknite si pracovať tak, že sa nikdy nenahýbate nad nádobu, v ktorej prebieha nejaká chemická reakcia. Pozorujte vždy zboku!

Nech vám prejde do krvi taký spôsob práce, že skúmavku — keď v nej niečo zohrievate nad plameňom — nahnate otvorom na opačnú stranu od tváre.

Nedržte dno skúmavky priamo nad plameňom. Skúmavku nahnate tak, že horná časť plameňa je na tom mieste, kde dno skúmavky prechádza do jej stien.

Sklo zohrievajte postupne, najprv z väčšej diaľky a potom pomaly približujte k plameňu, pohybujúc ním, aby sa

rovnomerne zohrieva väčšia časť jeho povrchu. Aj pri najväčšej opatrnosti sa vám stane, že sklo niekedy praskne.

Keď skončíte prácu, poumývajte riad, očistite všetko náradie a len potom odkladajte na miesto.

Nezabudnite si vždy dôkladne umyť ruky!

A nakoniec — zamknite svoju skrinku — a kľúč ihneď do vrečka!

Ba, ešte jedna dôležitá vec! Na každú fľašku alebo škatuľku, v ktorej držíte chemikálie, musíte nalepiť štítok, na ktorý napíšete názov chemikálie, jej vzorec, a veľkými písmenami jej charakteristické vlastnosti: horľavé, jedovaté, škodí pokožke a pod.

7

Evidencia používaných chemikálií

Na vhodných kartičkách si založíme evidenciu všetkých látok, s ktorými chceme pracovať v našom laboratóriu, alebo ktoré chceme získať v priebehu našich pokusov.

Usporiadame ich podľa abecedy. Na karty si budeme zaznamenávať naše pozorovania o vlastnostiach týchto chemikálií.

Dúfam, že vám netreba hovoriť, že pri práci s chemikáliami treba byť opatrný, pretože aj tie, ktoré považujeme bežne za neškodné, môžu byť nebezpečné, keď sú silno koncentrované, alebo sú vo väčšom množstve.

Z tých chemikálií, ktoré sme pri našich pokusoch spomínali, sú jedovaté:

šŕaveľan amónny, fosforečnan amónny (ako aj všetky ostatné zlúčeniny amónia), chlorid meďnatý (ako aj ďalšie zlúčeniny medi), dusičnan ortuťnatý, sírnik ortuťnatý (ako aj všetky zlúčeniny ortuti), octan olovnatý, (veľmi jedovatý, hoci je sladkastý), kyslíčnik olovičitý, kyslíčnik olovnatý, dusičnan olovnatý, chlorid olovnatý, chróman olovnatý (ako aj všetky zlúčeniny olova), chlorid ortuťnatý — prudký jed; kyslíčnik uhoľnatý, ferokyanid meďnatý, ferokyanid draselný — prudký jed; šŕaveľan zinočnatý.

Pokožke škodia kyseliny a lúhy, z nich predovšetkým: kyselina dusičná, hydroxid sodný, kyselina chlorovodíková, kyselina siričitá, kyselina sírová.

Zoznam prvkov

Papier, na ktorom si urobíte zoznam všetkých prvkov, nalepte na tvrdý podklad a zaveste si ho na stenu vášho laboratória.

V akom poradí by bolo najlepšie napísať zoznam? — pýtate sa. Či podľa atómovej hmotnosti, alebo podľa abecedy slovenského názvoslovia, alebo podľa abecedy chemických značiek?

Najlepšie — všetkými tromi spôsobmi. Podľa nasledujúceho zoznamu si ľahko spravíte všetky tri tabuľky. Zoznam je v abecednom poriadku podľa značiek, potom je uvedené slovenské pomenovanie prvku, v zátvorke je latinský názov a na konci atómová hmotnosť.

Ac, aktínium (actinium), {227}; Ag, striebro (argentum), 107,9; Am, amerícium (americium), {243}; Al, hliník (aluminium), 26,9; Ar, argón (argon), 39,9; As, arzén (arsenicum), 74,9; At, astát (astatium), {210}; Au, zlato (aurum), 196,9; B, bór (borum), 10,8; Ba, bárium (baryum), 137,3; Be, berýlium (beryllium), 9; Bi, bizmut (bismuthum), 208,9; Br, bróm (bromum), 79,9; C, uhlík (carboneum), 12; Ca, vápnik (calcium), 40; Cd, kadmium (cadmium), 112,4; Ce, cére (cerium), 140,1; Cl, chlór (chlorum), 35,4; Co, kobalt (cobaltum), 58,9; Cr, chróm (chromium), 51,9; Cs, cézium (caesium), 132,9; Cu, meď (cuprum), 63,5; Dy, dyspróziu (dysprosium), 162,5; Es, einsteinium (einsteinium), {254}; Er, erbium (erbium), 167,2; Eu, európiu (europium), 151,9; F, fluór (fluorum), 18,9; Fe, železo (ferrum), 55,8; Fm, fermium (fermium), {253}; Fr, francium (francium), {223}; Ga, gáliu (gallium), 69,7; Gd, gadolínium (gadolinium), 157,2; Ge, germánium (germanium), 72,5; H, vodík (hydrogenium), 1; He, hélium (helium), 4; Hf, hafnium (hafnium), 178,4; Hg, ortuť (hydrargyrum), 200,5; Ho, holmium (holmium), 164,9; I, jód (iodum), 126,9; In, indium (indium), 114,8; Ir, irídium (iridium), 192,2; K, draslík (kalium), 39,1; Kr, kryptón (krypton), 83,8; La, lantán (lanthanum), 138,9; Li, lítium (lithium), 6,9; Lu, lutécium (lutetium), 174,9; Mg, horčík (magnesium), 24,3; Mn, mangán (manganum), 54,9; Mo, molybdén (molybdaenum), 95,9; N, dusík (nitrogenium), 14; Na, sodík (natrium),

22,9; Nb, niób (niobium), 92,9; Nd, neodým (neodymium), 144,2; Ne, neón (neon), 20,1; Ni, nikel (niccolum), 58,7; Nò, nobelium (nobelium), <254>; O, kyslík (oxygenium), 15,9; Os, osmium (osmium), 190,2; P, fosfor (phosphorus) 30,9; Pa, protaktínium (protactinium), 231; Pb, olovo (plumbum) 207,1; Pd, paládium (palladium), 106,4; Pm, prométium (promethium), <145>; Pr, prezeodým (praseodymium), 140,9; Pt, platina (platinum), 195; Ra, rádium (radium), <226>; Rn, radón (radon), <222>; Rb, rubídium (rubidium), 85,4; Re, rénium (rhenium), 186,2; Rh, ródium (rhodium), 102,9; Ru, ruténium (ruthenium), 101; S, síra (sulfur); 32; Sb, antimón (stibium), 121,7; Sc, skandium (scandium), 44,9; Se, selén (selenium), 78,9; Si, kremík (silicium), 28; Sm, samárium (samarium), 150,3; Sn, cín (stannum), 118,6; Sr, stroncium (strontium), 87,6; Ta, tantal (tantalum), 180,9; Tb, terbium (terbium), 158,9; Te, telúr (tellurium), 127,6; Th, tórium (thorium), 232; Ti, titán (titanium), 47,9; Tl, tálium (thallium), 204,3; Tm, túlium (thulium), 168,9; U, urán (uranium), 238; V, vanád (vanadium), 50,9; W, volfrám (wolframium), 183,8; X, xenón (xenon), 131,3; Y, ytrium (yttrium), 88,9; Yb, yterbium (ytterbium), 173; Zn, zinok (zincum), 65,3; Zr, zirkónium (zirconium), 91,2.

9

Periodická sústava prvkov

Na stene nášho laboratória musí, pravdaže, visieť aj tabuľka periodickej sústavy prvkov. Veď aké by to bolo chemické laboratórium, ktoré by nemalo k dispozícii toto grandiózne dielo ľudského umu, ktoré dokázalo odhaliť v rozmanitosti hmoty dovtedy nepoznaný a neobjavený poriadok, a ktoré by bolo ukazovateľom na ceste poznávania nielen pre naše súčasné poznanie o stavbe hmoty, ale pre celý pokrok, ktorý chémia v spojitosti s nimi dosiahla.

Ako viete, je to dielo slávneho ruského chemika Dmitrija Ivanoviča Mendelejeva.

Skúmajúc vzájomné vzťahy medzi prvkami, Mendelejev ich usporiadal podľa ich atómových hmotností, od vodíka ako najľahšieho — postupne až po najťažšie prvky. Zistil, že takto usporiadané prvky sa opakujú v pravidelných intervaloch. Preto usporiadal jednotlivé prvky podľa ich vlastností a ďalej podľa ich atómových hmotností.

Pri zostavovaní tejto tabuľky prišiel Mendelejev na určité ťažkosti. Niektoré prvky, hoci patrili na určité miesto podľa svojej atómovej hmotnosti, nemohol zaradiť do príslušnej skupiny podľa ich chemických a fyzikálnych vlastností.

Na základe toho dospel k veľmi smelému záveru, že jeho sústava musí byť napriek tomu správna, ale že mu jeho usporiadanie narúšajú zatiaľ neznáme prvky a pokračoval v zostavovaní svojej tabuľky, nechávajúc prázdne miesta pre prvky, ktoré ešte neboli objavené. Podľa prázdnych miest v tabuľke prorocky predvídala vlastnosti vtedy ešte neznámych prvkov. A keď potom neskôr tieto prvky objavili, jeho vedecké predpovede sa úplne potvrdili. To bolo skutočné víťazstvo periodickej sústavy prvkov, hoci veľkosť diela tohto veľkého ruského chemika možno úplne doceniť až dnes, keď súčasné poznatky odhalili jedinečnú a kedysi tajomnú správnosť jeho tabuľky.

Usporiadanie prvkov v tabuľke zodpovedá množstvu protónov v atómovom jadre. Počnúc vodíkom, ktorý je v tabuľke prvý, a ktorý má jeden protón v jadre, nasledujúce prvky majú vždy o jeden protón viac, čo im dáva celkom nové vlastnosti a robí z nich nový prvok.

Vertikálne stĺpce sa nazývajú skupiny a v nich sa nachádzajú prvky príbuzné svojimi vlastnosťami. V prvej skupine sú alkalické kovy; v druhej kovy alkalických zemín; v tretej vzácne zeminy; štvrtá skupina je skupina uhlíka s dvoma kovmi; piata je skupina dusíka; šiesta skupina kyslíka; v siedmej sú halové prvky (halogény); v nulte sú inertné plyny. Čím nižšie sa ide v každej skupine, tým viac sa preniká do oblasti kovov.

Od I. po VIII. skupinu stúpa mocnosť vzhľadom na kyslík od 1 po 8 a na vodík rastie po IV. skupinu od 1 po 4 a od IV. skupiny klesá od 4 po 1.

Horizontálne usporiadanie nazývame periódami. Podľa počtu prvkov v každej perióde sa zistil tento poriadok: v prvej perióde je počet prvkov $2 \times 1^2 = 2$; v druhej $2 \times 2^2 = 8$; v tretej $2 \times 2^2 = 8$; vo štvrtej $2 \times 3^2 = 18$; v piatej

$2 \times 3^2 = 18$; v šiestej $2 \times 4^2 = 32$; siedma sa považuje za neukončenú a celkom nepreskúmanú.

Periodický systém dokazuje ešte mnohé ďalšie pravidelnosti vo vzájomných vzťahoch prvkov, čo malo nedoceneniteľný význam pre obrovský pokrok, ktorý chémia urobila od čias zostavenia prvej tabuľky geniálnym Mendelejevom až po súčasnosť.

10

Ešte niekoľko slov na záver...

Na konci, skôr než sa rozlúčime a necháme vás, aby ste už teraz bezo mňa pokračovali vo svojich pokusoch, chcel by som vám zaželať veľa úspechov vo vašej práci. „Keď vieš“, hovorí Mendelejev vo svojom diele o základoch chémie — „ako sa slobodne, široko a radostne žije v oblasti vedy, musíš si len priať, aby sa k nej dostali mnohí ďalší...“ Keď takúto radosť pocítite aj vy, budete si želať z celého srdca, aby aj vaši priatelia vnikli do vedy a uvediete ich do nej. Splatíte tak len svoj dlh tým, ktorí k vede priviedli vás.

Nech vám neodoberú z vášho počiatočného nadšenia nič tie skromné prostriedky, ktorými disponujete pri vašich pokusoch vo vede. Spomeňte si, že veľký nemecký chemik minulého storočia Liebig vybudoval prvé univerzitné laboratórium, v ktorom pracoval s poslucháčmi, v jednej opustenej strážnej búde v Giessene; že Pierre a Maria Curie (pier a maria kúri) pracovali v polorozváľanom hangári na dvore fyzikálnej a chemickej školy.

Nikdy si ani len nepomyslite, že vo vede sa už nedá nič veľké urobiť a že veda už došla na koniec svojich možností. „Neviem“ — povedal Newton (ňjutn), hovoriac o svojej práci — „ako vyzerám v očiach ľudí, ale samému sebe si pripadám ako dieťa, ktoré sa hrá na pláži, raduje sa, keď nájde nejaký okrúhly kameň, alebo krajšiu mušľu, hoci pred ním leží nepreskúmaný celý oceán právd“. Snažte sa urobiť vo svojom živote toľko, koľko je vo vašej moci, bez ohľadu na to, čo chcete robiť a čo chcete dosiahnuť.

Významný syn srbského národa Mihailo Pupin kedysi po-

vedal: „Človeka nič neurobí šťastným, iba jeho vlastné, poctivé vedomie, že urobil všetko, čo mohol“.

Úspech dosiahnete len vtedy, keď budete usilovne pracovať a keď budete mať odvahu. Pretože „úspech bol vždy“, ako to pekne vyjadril francúzsky filozof Voltaire (voltér) — „dieťaťom odvahy“.

Obsah

Chemické laboratórium	5
Na prahu chémie	9
1. Panta rei	9
2. Niečo je predsa len večné	12
3. Rozmanitosť a jednota večnej hmoty	13
4. Najmenšia častica hmoty	18
5. Menší od najmenšieho	20
6. Sympatie a antipatie	24
7. Ruky atómu	27
8. Sprostredkovatelia	29
9. Pokladnica prírody	32
10. Abeceda a jazyk chemikov	33
V laboratóriu	38
1. Tajomstvo prázdnej fľaše	38
2. Výroba kysličníka uhličitého	41
3. Strelnica v izbe	42
4. Turbína, alebo veterný mlyn?	44
5. Kto zháša zápalku?	45
6. Urobíme si malý plynový generátor	47
7. Čo horí na tenšom konci kornúta?	48
8. Uhlík z cukru	49
9. Ešte raz premeníme cukor na uhlík — ale bez ohňa	51
10. Prečo pohár nepadne?	52

1. „Čierne kamene“ Marca Pola

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	53
--	-----------

11. Zhorí cukor nad plameňom sviečky?	56
12. Horí cukor vo vode?	57
13. Ešte raz horenie bez ohňa	59
14. Železo môže horieť — aj plameňom	61
15. Aj pri hrdzavení železa vzniká teplo	61
16. Nepriateľ špiny	62
17. Čo nedokáže jeden — dokážu dvaja	63
18. Trocha chemickej geometrie	64
19. Kyslík na prechádzke	66
20. Naplníme si fľašky kyslíkom	67
21. Prví cestovatelia na mesiac	68
22. Koľko kyslíka obsahuje vzduch?	69
23. Blesky v skúmavke	70
24. Ozón ako zapaľovač	72
25. Ohňostroj	73

2. Záhadný flogiston a jeho „negatívna hmotnosť“

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	76
26. Dodávame vianočné prskavky	78
27. Keď potrebujeme trvanlivé prskavky	79
28. Tajomstvo čarodejníka	80
29. Zápalka — zázračný maliar	82
30. Podmorský výbuch	83
31. Horí! Dom horí!	84
32. Páľ!	86
33. Sopka v činnosti	87
34. Blesky v izbe	88
35. Ohnivý lucifer	89

3. Oheň

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	90
36. „Menej uhlia — lepší oheň“	92
37. Dôležitý spolupracovník každého chemika	93
38. Bengálsky oheň	94
39. Osvetľovači javiska	95
40. Záhadne svetlo v skúmavke	96
41. Iskry bez ohňa	97
42. Ohnivá špirála	98
43. Faraónove zmiže	99

44. Fakír v našom laboratóriu	100
45. Sopečný povrch Mesiaca v polievkovom tanieri	101
46. Mesačné sopky v činnosti	103
47. Ešte jeden sopečný výbuch	103
48. Strelný prach	104
49. Prach, ktorý znáša vlhkosť	105
50. Naše raketové auto	105

4. Strelný prach a raketa

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	108
51. Založte oheň pomocou vody!	110
52. Dokázate uvariť vajíčko bez ohňa — v studenej vode?	111
53. Nehorľavé drevo	111
54. Voda v plameni sviečky	114
55. Je voda tvrdá?	115
56. Dokázate premeniť víno na vodu a vodu na víno?	117
57. Bude sa páčiť víno, alebo mlieko?	118
58. Neobyčajná sódomá voda	119
59. Nech si umyje ruky mydlom!	120
60. Zlomyselný uterák	121
61. Prečo odstraňuje mydlo špinu?	121
62. Výbušné mydlové bubliny	123
63. Kde vezmeme vodík?	124
64. Elektrický prúd v našom laboratóriu	125
65. Kde sa vzala voda, ktorá je v skúmavke?	127

5. Hidor men ariston

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	129
66. Zväčšovanie bez lupy	132
67. Prsteň, ktorý sa vznáša vo vzduchu	133
68. Zázračná kolíska	134
69. Na hodvábanej niti	135
70. Priehľadný kryštál	137
71. Pestrofarebný kryštál	138
72. Že by bol síran sodný labužník?	139
73. Blesková výroba kryštálov	140
74. Ešte jeden spôsob vyvolania rýchlej kryštalizácie	141
75. Nezvyčajná hra kryštálov	142

76. Ľadové kvety na oblozkoch	144
77. Kvety na skle — aj bez mrazu	145
78. Kulisy pre naše divadlo	146
79. Pohľad do Demänovskej jaskyne	147
80. Hory pod snehom	148
81. Záhrada v pohári	148
82. Strieborný strom	149
83. Zlatý a strieborný mach	150
84. Chemické popínavé rastliny ,	150
85. Ešte jedno zátišie zo striebornej záhrady	152

6. Nástup

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	153
--	------------

86. Morské dno v pohári	155
87. Morský jež	155
88. Miniatúry lesa	156
89. Strom so striebornou korunou	157
90. Chemické kvetiny — v kvetináči	158
91. Opäť použijeme elektrický prúd	159
92. Jesenná krajina	159
93. Kto vymenil ruže?	160
94. Záhradníci bez konkurencie	160
95. Prvá cena na výstave kvetov	162
96. Namiesto vlhkomeru — kvet	163
97. Chcete vedieť, aké bude počasie?	164
98. Žltý vlhkomer	165
99. Belasý vlhkomer	165
100. Žltá a belasá dávajú — zelenú	166

7. Chemické rozpory

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	167
--	------------

101. Priehľadný — mútny — priehľadný	170
102. Nebezpečenstvo + nebezpečenstvo = bezpečnosť .	171
103. Nestále vlastnosti vody z kapusty	171
104. Kapusta ako indikátor	173
105. Je ten ocot dobrý?	173
106. Nevíditel'né písmo	175
107. Teraz ho vidíte... a teraz nevidíte	176
108. Vajčičko vo fľaši	177

109. Reliéf na škrupine vajca	178
110. Dokážete písať na kov?	179
111. Hríb, alebo . . . výbuch atómovej bomby?	181
112. Vyrábame monogramy	181
113. Jednu skúmavku zohrejeme, v druhej sa zmení obsah	182
114. Ako sa dostal dym do pohára?	183
115. Dá sa to aj bez cigarety	184

8. Víťazstvo tretieho desatinného miesta

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	186
116. $1 + 1 = 1$	188
117. Je to roztok — alebo nie?	189
118. Nech nás rozsúdia váhy!	191
119. Spomalíme chemickú reakciu	191
120. Dokážete narovnať strunu z hodín?	192
121. Odmerajte vznikajúci vodík	194
122. Chemický vodomät	195
123. Sódové pontóny	196
124. Jedna šesťstotísícina gramu!	197
125. Odvážite sa merať aj molekuly?	198

9. Navzdory príťažlivosti

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	202
126. Ťažšie sa dvíha hore — ľahšie padá dole	204
127. To isté s vodou	204
128. Maliari — modernisti urkytí v chemikáliách . . .	205
129. Husacie vajce — od sliepky	206
130. Koraly	207
131. Medené a železné semeno	209
132. Plesnivý bez plesne	211
133. Chameleón	212
134. Ešte jedna premenlivá kvapalina	212
135. Dokážete premeniť mramor na sadze?	213
136. Ako si zhotovíte zrkadlo?	214
137. Nezvyčajný maliar v našom laboratóriu	215
138. Červené + biele = belasé	216
139. Ako získame škrob v našom laboratóriu	217
140. Čo robí droždie v cukre?	218

10. Rastlinná bunka — záhadná továreň

Rozprávanie vo chvíľach oddychu	219
141. Dub v izbe	221
142. Stačí povedať farbu!	222
143. Nech vypučí vetvička uprostred zimy	222
144. Zeleninová záhrada bez zeme	223
145. Kríček vo vzduchu	223
146. Cesnak na mrkve	224
147. Kučeravé výhonky zemiaka	226
148. Figovník na minarete	226
149. Tajomná „fabrika“ v činnosti	228
150. Fotografia na liste	229

Naše malé laboratórium

1. Zariaďujeme si laboratórium	232
2. Ako si vyhotovíme najpotrebnejšie prístroje	233
3. Ako sa opracúva sklo	237
4. Čo nám ešte môže pomôcť?	239
5. Píšte si denník!	239
6. Dávajte pozor!	240
7. Evidencia používaných chemikálií	241
8. Zoznam prvkov	242
9. Periodická sústava prvkov	243
10. Ešte niekoľko slov na záver	246

Kniha je určená všetkým záujemcom o chémiu, najmä mladým z radov vyšších ročníkov základných deväťročných škôl.

Živko K. Kostič

MEDZI HROU A CHÉMIOU

DT 54 (024,7)

Zo srbského originálu Živko K. Kostič: Između igre i hemije, ktorý vydalo nakladateľstvo Tehnička knjiga, Beograd 1964, preložil Ing. Ján Samák.

Vydalo Nakladateľstvo ALFA, n. p., Bratislava, Hurbanovo nám. 6 v novembri 1971, ako svoju 4752. publikáciu.

Zodpovedná redaktorka Ing. Anna Flochová
Technická redaktorka Zora Sinková
Obálku navrhol Leodegar Horváth

Vytlačili Východoslovenské tlačiarne, n. p., Švermova ul. 49, Košice
256 strán, 100 obrázkov, 14,27 AH 14,85 VH Pov. SÚKK č. 293/I-1971
1. vydanie. Náklad 4000

302 03 6

63 — 076 — 71	Kčs 15,—
---------------	----------

~~3021 Kčs 13,80~~

510/21; 8.6/2