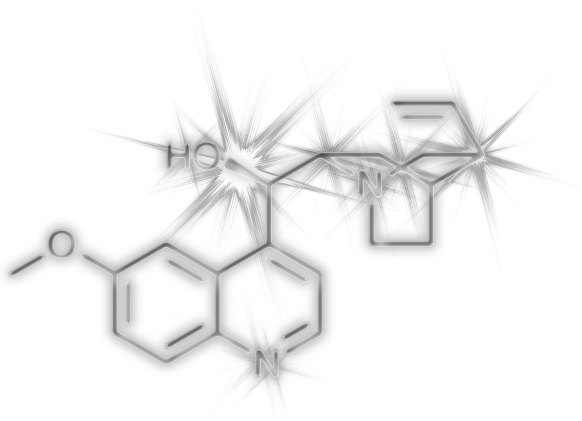


RICHARD KURACINA - KRISTÍNA GERULOVÁ - IVANA KASALOVÁ

CHEMICKÉ POKUSY HRAVO A ZAUJÍMAVO



AlumniPress

Trnava

2009



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Táto práca bola podporovaná *Agentúrou na podporu výskumu a vývoja* na základe zmluvy č. LPP-0202-06.

© Ing. Richard Kuracina, Ph.D., Ing. Kristína Gerulová, Ph.D., Ing. Ivana Kasalová, Ph.D., 2009

Recenzenti: prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.

doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

doc. Ing. Maroš Soldán, PhD.

Pracovníci v projekte, ktorí sa zaslúžili o vznik tejto publikácie:

prof. Ing. Karol Balog, PhD., Ing. Lenka Blinová, Ing. Tomáš Boleman, Ing. Martin Duchoň, Ing. Ivana Ďuricová, PhD., Ing. Jozef Fiala, Ing. Slávka Filická, Ing. Kristína Gerulová, PhD., Ing. Jozef Harangozó, Ing. Vlasta Haviarová, Ing. Tomáš Chrebet, Ing. Ivana Kasalová, PhD., Ing. Richard Kuracina, Ph.D.

Autori fotografií: Kristína Gerulová, Slávka Filická, Ivana Kasalová, Richard Kuracina

Obálka a sadzba – Richard Kuracina. Publikácia je sádzaná v systéme \LaTeX , verzia 3.1415926-1.40.9 písmom *Times New Roman* v upravenej triede *thesis* (Wenzel Matiaske, 1995).

ISBN 978-80-8096-097-1
EAN 9788080960971

Obsah

Úvod	7
O projekte	9
Bezpečnosť pri práci v laboratóriu	11
Pravidlá bezpečnej práce	11
Chemické laboratórium	12
Prvá pomoc	14
A Pokusy založené na acidobázických a zrážacích reakciách	17
A.1 Tajné písmo I	18
A.2 Tajné písmo II	20
B Pokusy založené na fyzikálnych dejoch	23
B.1 Amoniaková fontána	24
B.2 Horúci ľad	26
C Horenie	29
C.1 Dichrómanová sopka	30
C.2 Horiace písmo	32
C.3 Oheň z vody	34
C.4 Blesky v skúmavke	36
C.5 Samozápalný glycerín	38
C.6 Bengálske ohne	40
C.7 Vianočná prskavka	42
C.8 Miznúca vata	44

D Pokusy z organickej chémie	47
D.1 Rozlíšenie metanolu od etanolu	48
D.2 Hovienko v skúmavke	50
D.3 Nylon	52
E Pokusy založené na oxidačno-redukčných reakciách	55
E.1 Modrá banka	56
E.2 Jódové hodiny	58
E.3 Chemické vlny	60
E.4 Slonia pasta	62
E.5 Dôkaz redukujúcich cukrov	64
E.6 Luminiscencia	67
F Chemické prvky v pokusoch	71
F.1 Príprava kuchynskej soli z prvkov	72
F.2 Príprava kryštallického striebra	75
F.3 Alkalické kovy vo vode	77
Použité nebezpečné chemikálie	79
Literatúra	87

Zoznam symbolov



pokusy: môže prísť k požiaru
chemikálie: horľavá látka



pokusy: môže prísť k oxidačnej reakcii
chemikálie: oxidačne pôsobiaca látka



pokusy: látky pri pokuse môžu byť jedovaté
chemikálie: jedovatá látka



pokusy: látky môžu mať nepriaznivý vplyv na životné prostredie
chemikálie: látka nebezpečná pre životné prostredie



pokusy: látky či podmienky môžu byť nebezpečné
chemikálie: dráždivá/škodlivá látka



pokusy: môže prísť k poleptaniu
chemikálie: žieravá látka



pokusy: môže prísť k výbuchu
chemikálie: výbušná látka



pri pokuse je treba používať ochranné okuliare alebo štít



pri pokuse je treba používať ochranné rukavice



pri pokuse je treba používať respirátor, prípadne sa pracuje v zapnutom digestériu



kvapalná látka



pokus môže realizovať len dospelá osoba, ktorá má skúsenosti s prácou v laboratóriu



pokus môže realizovať len dospelá osoba



pokus môže byť realizovaný aj na strednej škole



pokus je možné realizovať len na pracovisku so zodpovedajúcim
vybavením chemického laboratória (vysoká škola, výskumný
ústav ...)



pokus sa realizuje výhradne v zapnutom digestóriu

Úvod

Chémia ako veda vznikla len pomerne nedávno, pred jej vznikom sa za *chemikov* dajú považovať alchymisti. Na rozdiel od alchýmie je však dnes chémia chápaná ako seriózna veda, ktorá sa zaoberá chemickými prvkami a zlúčeninami. Je však škoda, že väčšina ľudí chápe chémiu ako niečo nepreniknuteľné a nepochopiteľné, čo nemá nič spoločné s bežným životom a jeho zlepšovaním.

Chémia sa dá nájsť úplne všade. Keď sa rozhliadneme okolo seba, všetko súvisí s chémiou a pritom si to ani neuvedomujeme. Chémia je veda, ktorá poháňa modernú civilizáciu, a to nielen vo forme pohonných hmôt, ale aj liečiv, pesticídov či kozmetiky. Príroda samotná je obrovský *chemický stroj*, a chémia je práve tou vedou, ktorá pomáha pochopiť, ako jednotlivé súčasti fungujú a prečo by príroda nemohla existovať v inej podobe.

Chemické rovnice spolu s chemickými vzorcami väčšinu ľudí odradia od túžby dostať sa hlbšie do problému. Hlad po spoznávaní nových chemických látok, prvkov a ich vlastností však ženie chemikov do ďalšieho bádania. Takto významní vedci postupne objavili chemické prvky, ktoré dnes poznáme z periodickej tabuľky prvkov zostavenej v roku 1869 D. I. Mendelejevom na základe periodicity vlastností prvkov. Organické látky sa objavujú a syntetizujú od legendárnej syntézy močoviny z roku 1828 prakticky ako na *bežiacom páse*. Výsledkom bádania chemikov sú látky ako penicilín, syntetický kaučuk, celuloid či viskózový hodváb, k biochemikom sa zase upierajú zraky celého sveta pri hľadaní nových liekov na vážne choroby ...

V roku 2006 sme na začiatku projektu APVV *Veda bližšie k študentom* zvolili smerovanie priblížiť vedu študentom stredných škôl pomocou chémie. Jedným z dôvodov bolo aj vybavenie nášho pracoviska, *Ústavu bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva MTF STU*, kde sú k dispozícii chemické laboratóriá. Po zvážení možností, kladov a záporov sme teda začali vymýšľať pútavé a jednoducho realizovateľné pokusy pre študentov, ktoré by ich nadchli a možno aj prebudili v nich záujem nielen o chémiu, ale všeobecne aj vedu.

Výsledkom našej práce je brožúra, ktorú držíte v rukách. Samozrejme, existuje nepreberné množstvo zaujímavých pokusov a chemických reakcií. Vybrať z nich nie je jednoduché, preto sme volili hlavne pokusy, ktoré nie sú náročné na skúsenosti *mladých experimentátorov* a ktoré nezaťažia účet školy pri nákupe potrebných chemikálií. Na druhú stranu sa však v pokusoch používajú chemikálie, ktoré sú nositeľmi určitého rizika pri práci s nimi, ako aj pri práci v laboratóriu. Pretože je však bezpečnosť prvoradá, je potrebné pri realizácii pokusov dodržiavať pravidlá správania a pracovný postup.

Brožúra je rozdelená do troch častí. Prvou časťou je *bezpečnosť práce v laboratóriu*, hlavnú časť publikácie však tvorí 24 zaujímavých pokusov, rozdelených do kapitol. Úvod každej kapitoly veľmi stručne uvádza oblasť, do ktorej pokusy patria. Nie je vyčerpávajúcim podkladom, skôr jednoduchým úvodom a je na čitateľovi, aby si prípadné detailné informácie našťudoval. Všetky pokusy máme vyskúšané a ich priebeh je fotograficky zaznamenaný za princípom pokusu a jeho pracovným postupom. V tretej časti sú uvedené všetky významné nebezpečné látky, ich vlastnosti a pokyny pre bezpečnú prácu s nimi.

Na základe najnovších požiadaviek pre prácu s chemikálami, ktoré obmedzujú použitie a prácu s nebezpečnými látkami, sme určili, ktoré pokusy je možné realizovať aj na stredných školách a za akých podmienok. Pokusy, ktoré môžu na stredných školách realizovať pedagógovia (prípadne študenti), sú v brožúre označené piktogramom:



Niektoré pokusy však musí na základe ich povahy a vlastností použitých látok vykonávať osoba, ktorá má skúsenosti s prácou v chemickom laboratóriu, prípadne je nevyhnutná práca v digestóriu. Tieto pokusy sú tiež označené symbolmi, ktoré sú spolu s vysvetlivkami uvedené v zozname symbolov.

Dúfame, že publikácia zaujme každého čitateľa, vtiahne ho do tajov chémie a splní očakávania uvedené v názve publikácie. Prajeme veľa zábavy pri chemických pokusoch ...

autori

O projekte



Dôležitou súčasťou vedeckého bádania je sprístupňovanie poznatkov nielen širokej verejnosti, ale hlavne mladej generácii ľudí. Preto vznikol aj projekt *APVV LPP 0202-06 Veda bližšie k študentom*. Jeho prioritou bolo popularizovať vedu pre študentov stredných škôl západoslovenského regiónu tak, aby v nich prebudil záujem vzdelávať sa vo vedeckých disciplínach. Patrí k nim aj chémia a práve zaujímavé chemické pokusy sme zvolili ako hlavný *nástroj* popularizácie. Projekt sme realizovali v dvoch che-

mických laboratóriách a v *Solárnom laboratóriu* Ústavu environmentálneho a bezpečnostného inžinierstva MTF so sídlom v Trnave.

Cieľom projektu bolo prebudiť v študentoch dušu bádateľa. Počas stretnutí sme zisťovali, či má dnešná mladá generácia vzťah k vede a či ich dokázali pokusy a prehliadka solárneho laboratória inšpirovať. Okrem tohto sme sa snažili na základe pripomienok a návrhov študentov zlepšovať praktickú časť, aby bola pre nich čo najviac zaujímavá. Samozrejme, okrem hlavnej časti programu študenti museli absolvovať krátke školenie o bezpečnosti a inštrukcie o tom, ako sa správať v laboratóriách, aby neprišlo k úrazu.



Väčšina pokusov, ktoré sme v rámci projektu predvádzali v chemických laboratóriách, je opísaná v tejto publikácii. Pokusy nerealizovali len vysokoškolskí výskumníci a pedagógovia, ale ak to povaha pokusu dovoľovala, študenti si ich vyskúšali aj sami. Jednoduché a rýchle pokusy, ako je napríklad zmena farby indikátorov či vytvorenie strieborného zrkadla v skúmavke, je možné bezpečne vykonať aj bez väčších skúseností s prácou v laboratóriu. Samozrejme, niektoré pokusy sú nebezpečné, najmä vďaka ne-

bezpečným látkam, ale pri dodržiavaní pracovných postupov a laboratórnych činností je možné ich realizovať s maximálnou mierou bezpečnosti.



Pretože je bezpečnosť prvoradá, nenájdete v tejto brožúre pokusy, pri ktorých by prichádzalo k výbuchom, požiarom či únikom nebezpečných látok a tým aj možným zraneniam (podmienkou je dodržiavanie postupov). Samozrejme, chemické laboratórium nie sú len prázdne stoly a chemikálie vo fľašiach a prachovniciach. V chémii sa používajú zaujímavé prístroje a aparatury, s ktorými sa študenti stredných škôl bežne nestretávajú. V našich laboratóriách sa študenti mohli stretnúť s Kippovým prístrojom na vyvíjanie plynov v laboratórnych podmienkach, s rôznymi prístrojmi na meranie fyzikálnych a chemických charakteristík či s laboratórnym digestóriom, kde sa pracuje s nebezpečnými látkami.

Pýchou nášho ústavu je *Technicko-poradenské centrum na podporu výskumu a rozvoja využitia slnečnej energie*, ktorému sa v skratke hovorí *solárne laboratórium*. Je to laboratórium, kde môžu študenti vidieť využitie slnečnej energie na výrobu elektrickej energie a na prípravu teplej úžitkovej vody. Vidia, ako celý systém slnečných panelov funguje a akými metódami sa dá slnečná energia v praxi využiť. Okrem toho, že toto laboratórium je prístupné širokej verejnosti na propagáciu využitia slnečnej energie, je tiež využívané ako zdroj energie pre laboratóriá ústavu a v neposlednom rade tu prebieha realizácia záverečných prác študentov ústavu.



Bezpečnosť pri práci v chemickom laboratóriu

Pravidlá bezpečnej práce v laboratóriu

Chemické laboratórium je bezpečné miesto, ak sa dodržiavajú pravidlá bezpečnej práce. Ale ak sa nedodržiavajú, môže veľmi ľahko prísť k úrazu, preto je dôležité sa podľa nich riadiť pri práci. Sú zhrnuté v nasledovných dvoch zoznamoch.

V chemickom laboratóriu *musíte bezpodmienečne dodržiavať* nasledovné pravidlá:

- Dobré sa oboznámiť s laboratórnymi postupmi, postupmi práce, ktorú chcete realizovať a bezpečnostnými prvkami v laboratóriu.
- Vždy používať ochranné okuliare či štít.
- Vždy používať ochranný odev.
- Umyť si ruky pred odchodom z laboratória.
- Skontrolovať, či je aparátúra pre experiment zostavená správne a či nie je niektorá časť poškodená.
- S chemikáliami narábať veľmi opatrne a používať pri tom ochranné rukavice.
- Vždy čo najrýchlejšie upratať rozliate a rozsypané chemikálie.
- Pri akýchkoľvek pochybnostiach je dôležité poradiť sa s osobou zodpovednou za bezpečnosť a úspešný priebeh experimentu.

V laboratóriu *NESMIETE*:

- JESŤ, PIŤ a FAJČIŤ.
- OVONIAVAŤ a OCHUTNÁVAŤ chemikálie.
- Vyrúšovať a rozptyľovať pracujúcich kolegov vo svojom okolí.
- Pobehovať ani vykonávať aktivity, ktoré by mohli spôsobiť úraz.
- Realizovať ľubovoľné či vymyslené pokusy, rovnako tak svojvoľne meniť ich pracovné postupy.

Chemické laboratórium

Chemické laboratórium je miestnosť určená a vybavená na realizáciu chemických, ale aj fyzikálnych experimentov a pokusov. Musí byť zariadené a vybudované tak, aby bola v nich práca bezpečná a aby v prípade nežiaducich udalostí nedošlo k závažným škodám na majetku či zdraví a životoch ľudí.

Pre prípad nežiaducich udalostí sú v laboratóriu *bezpečnostné prvky*. Patria sem systémy *protipožiarnej ochrany*, teda hasiace prístroje, protipožiarne plachty, nádoby s pieskom na hasenie a bezpečnostné sprchy. Ak vstupujete do laboratória, je dôležité poznať rozmiestnenie týchto prvkov a prácu s nimi. Medzi bezpečnostné prvky zaraďujeme aj *únikové východy*. Pred začatím práce v laboratóriu je potrebné poznať ich umiestnenie a preveriť, či nie sú zamknuté.

Ochrana pracovníkov v laboratóriu

Okrem zabezpečenia laboratória je nevyhnutné zaistiť aj *ochranu ľudí*. Prvoradá je ochrana celého tela a preto je nevyhnutné nosiť zapnutý *laboratórny plášť* pri akejkoľvek činnosti v laboratóriu (aj keď nič nerobíte!). Okrem toho sa odporúča používanie laboratórnych nohavíc a *ochrannej obuvi*, ktorá chráni pred rozbitým sklom či rozliatymi a rozsypanými chemikáliami.

Rizkom v laboratóriu sú dlhé vlasy, ktoré v prípade požiaru veľmi ochotne a rýchlo horia. Preto je dovolené pracovať len s vhodne upravenými vlasmi alebo ochrannou čiapkou.

V laboratóriu sa vždy pracuje s *ochrannými okuliarmi*. Tie chránia pred letiacimi úlomkami a chemikáliami. Ak sa pracuje s mimoriadne nebezpečnými látkami, je výhodné používať aj *ochranný štít*, ktorý chráni celú tvár pred zásahom chemikálie či črepinami.

S nebezpečnými látkami sa pracuje v digestóriu, teda v oddelenom priestore, z ktorého sa odsávajú plyny a pary. Ak sa digestorium nedá použiť, ako ochrana dýchacích ciest pred plynmi sa používajú *dýchacie rúšky*, *respirátory* alebo v prípade extrémneho nebezpečenstva sa môžu použiť aj *ochranné tvárové masky* či *dýchacie prístroje*.

Ruky v laboratóriu chránime používaním ochranných rukavíc. Platí to najmä pri práci s kyselinami či zásadami. Najčastejšie sa používajú jednorazové *chirurgické gumové rukavice*, v prípade agresívnych látok je lepšie použiť hrubé gumové rukavice.

Práca so sklom

Najbežnejším konštrukčným materiálom používaným v laboratóriách je sklo. Materiál používaný pre sklené laboratórne nádoby a zariadenia je odolný voči zmenám teploty a chemikáliám, môže však prísť veľmi ľahko k jeho deštrukcii (napr. pádom na zem). Preto je so sklom treba pracovať opatrne a v prípade rozbitia nechytať črepiny holými rukami, ale dôkladne ich pozametať. Významným nebezpečenstvom je aj ohrievanie skla. Je to zlý vodič tepla, a preto môže prísť ľahko k popáleniu.

Práca s elektrickými zariadeniami

















V laboratóriách sa často pracuje s elektrickými zariadeniami a prístrojmi. Pretože je elektrická energia nebezpečná, je potrebné s takýmito zariadeniami pracovať opatrne. Zariadenia pripojené k elektrickej sieti sa nesmú nikdy rozoberať, v prípade poruchy je ich treba odpojiť od siete a nepoužívať. Zvýšenú opatrnosť je treba venovať aj práci s elektrickými ohrievacími zariadeniami, kde je nebezpečenstvom horiaci povrch.

Práca s chemikáliami

V chemickom laboratóriu prichádzame do kontaktu s *chemickými látkami*. Variabilita ich vlastností je veľká a môžu tak nastať situácie, pri ktorých dochádza k nežiadúcim následkom. Preto je veľmi dôležité poznať, aké majú chemikálie vlastnosti, aké situácie môžu počas pokusu vzniknúť a ako zabrániť nehode. Vlastnosti konkrétnej látky sa dajú zistiť z obalu, na ktorom musia byť, okrem iných informácií, uvedené piktogramy vyjadrujúce nebezpečenstvo. Sú uvedené v tabuľke na tejto strane.

Okrem samotnej práce je dôležité aj zneškodňovanie látok, ktoré má presné pravidlá. Do odpadu sa môžu vylievať len látky, ktoré sa miešajú s vodou (sú *rozpuštné*) a nie sú jedovaté,

Symbody označujúce nebezpečné vlastnosti látok podľa klasifikácie EU (Európska Únia)
a GHS (Globálny Harmonizovaný Systém)

vlastnosť látky	EU	GHS	vlastnosť látky	EU	GHS
výbušná			oxidujúca		
horľavá			jedovatá		
škodlivá, dráždivá			žieravá		
nebezpečná pre životné prostredie			karcinogénna, mutagénna		

horľavé a žieravé. Organické látky nemiešateľné s vodou sa musia zbierať do určených nádob a samostatne sa zhromažďujú halogenované a nehalogenované látky. Tiež sa do určených nádob zbierajú jedy (ideálne je nemiešať viacero jedov) alebo látky nerozpustné vo vode. Látky, ktoré sú rozpustné vo vode, ale sú horľavé, žieravé či jedovaté len vo vysokých koncentráciách, sa môžu vylievať do bežného odpadu len po dostatočnom zriedení vo vode, aby prišlo k zníženiu ich rizikového pôsobenia. Pri rozliatí sa kvapaliny utierajú handrou, ak ide o kyseliny či zásady, je potrebné ich najskôr neutralizovať. Ak sa rozleje prchavá horľavá látka, je treba opustiť laboratórium, odstrániť iniciačné zdroje požiaru a po utretí kvapaliny dôkladne vyvetrať. Rozsypané tuhé látky sa zametú a nasypú do určenej nádoby.

Prvá pomoc

Pri vstupe do laboratória je dôležité, aby každý, kto sa nachádza v laboratóriu, poznal pravidlá prvej pomoci. Každé poranenie, aj to najmenšie, musí byť vzhľadom na povahu používaných látok aj pokusov zaznamenané. V prípade akéhokoľvek vážnejšieho poranenia v laboratóriu je nevyhnutné po poskytnutí prvej pomoci ihneď privolať lekársku pomoc.

Popáleniny

Drobné popáleniny sa ošetrujú chladením v prúde studenej tečúcej vody po dobu najmenej pätnásť minút. Na popáleniny sa nikdy nepoužíva masť ani krém a vytvorené pľuzgiere sa neporušujú. Ak príde k popáleninám väčšieho rozsahu, je nutné okamžite privolať lekársku pomoc. Keď po požiari odevu vzniknú popáleniny, oblečenie pripálené k pokožke sa nesmie strhnúť, pretože by sa mohla strhnúť aj spálená koža.

Poleptanie

Ak sa na pokožku dostali dráždivé, žieravé alebo jedovaté látky, zasiahnuté miesto sa oplachuje prúdom studenej vody najmenej 15 minút. V prípade zasiahnutia väčšej časti tela je potrebné použiť okamžite bezpečnostnú sprchu a zasiahnuté oblečenie je treba vyzliecť a dekontaminovať. Keď prišlo k závažnejšiemu poškodeniu pokožky pôsobením chemikálie, je potrebné privolať lekársku pomoc.

Závažnejším prípadom je poleptanie oka. Pokiaľ sa látka dostane do oka, je potrebné ho vyplachovať veľkým množstvom tečúcej vody minimálne 15 minút a vždy čo najrýchlejšie privolať lekársku pomoc!

Poranenie

Drobné porezanie, napríklad rozbitým sklom, sa musí vyplachovať prúdom tečúcej vody aspoň 10 minút, aby sa z rany odstránili prípadné drobné úlomky skla alebo chemikálie. Malé pore-

zanie obvykle prestane krváčať samo pomerne rýchlo a prelepí sa náplastou, prípadne previaže hygienickým obvazom.

Veľké rany sa nevyplachujú vodou, odstránia sa najmä viditeľné ľahko prístupné cudzie telesá. Nesmú sa však vyťahovať hlboko zakliesnené črepiny. Čistú ranu bez črepín je potrebné silno stlačiť vankúšikom gázy a jej okraje sa pritísnuť k sebe. Ak v nej však ostalo nejaké teleso, nesmie sa na ranu tlačiť. Nakoniec sa vankúšik gázy pevne obviaže obvazom.

Požitie chemikálie

V prípade požitia jedovatej chemikálie by mal postihnutý, ak je pri vedomí, vypiť pohár vlažnej vody. Ak je látka mimoriadne toxická a jej pôsobenie je veľmi rýchle (napríklad metanol), musí postihnutý vypiť vodu a okamžite sa vyvolať zvracanie. V prípadoch, keď nemôže prísť k akútnej otrave, sa zvracanie nikdy nevyvoláva. Ak postihnutý zvracia spontánne, je potrebné držať ho v takej polohe, aby nedošlo k vdýchnutiu obsahu žalúdka.

Zvracanie sa nevyvoláva ani v prípadoch, keď príde k požitiu žieravej látky, pretože by prišlo k opätovnému poleptaniu sliznice tráviaceho traktu, ktoré by mohlo skončiť jeho perforáciou. Preto je lepšie podať veľké množstvo vody na zriedenie látky v žalúdku (žalúdok dokáže viac odolávať žieravým látkam, pretože sa v ňom normálne nachádza kyselina chlorovodíková).

Nadýchanie

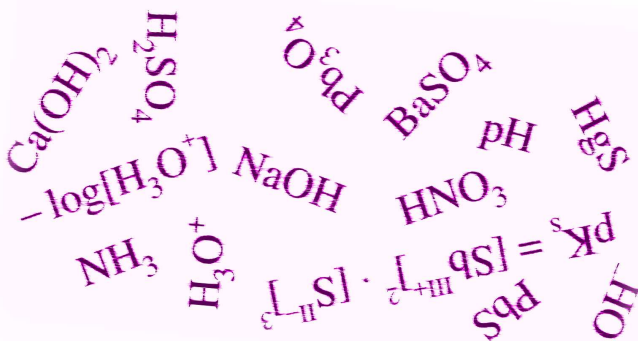
Ak sa niekto nadýcha nebezpečnej plynnej látky (prípadne rozptýleného prachu) a je pri vedomí, je potrebné ho okamžite vyviešť na čerstvý vzduch. Ak však má problémy s dýchaním, je treba zaistiť, aby dýchal čistý kyslík. V prípade, že príde k zástave dýchania či postihnutý odpadne, je ho treba čo najskôr vyniesť na čerstvý vzduch a podať prvú pomoc – umelé dýchanie.

Kapitola A

Pokusy založené na acidobázických a zrážacích reakciách

Acidobázické a zrážacie reakcie tvoria veľkú skupinu, hlavne anorganických reakcií, pri ktorých nedochádza k zmenám oxidačných čísel atómov zlúčenín. Prvá skupina je založená na reakcii zlúčenín, nazývaných kyseliny a zásady. Existuje niekoľko teórií, ktoré definujú, čo je to kyselina a čo zásada. Jednoduchšia z nich je, že kyselina je schopná odovzdávať *protón*, teda odštiepiť a poskytnúť ión H^+ a zásada je látka, ktorá tento ión prijíma.

Druhá skupina reakcií je založená na vzniku zlúčenín, ktoré sú veľmi málo rozpustné vo vode. Ich rozpustnosť sa charakterizuje *súčinom rozpustnosti*. Vznik málo rozpustných látok pri chemických reakciách sa využíva pri dôkaze anorganických a organických látok.

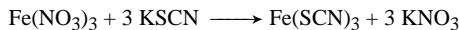


A.1 Tajné písmo I

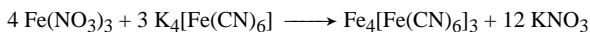


PRINCÍP

Reakcia železitých katiónov s hexakynoželeztnatami a tiokyanatanmi sa využíva v analytickej chémii na dôkaz týchto katiónov. Reakciou s hexakynoželeztnatom (ferrokyanidom) draselným vzniká modrá zrazenina, nazývaná tiež *berlínska modrá* a reakciou s tiokyanatanom (rodanidom) draselným vzniká tmavočerveno zafarbený roztok, ktorý je možné využiť ako *filmovú krv*. Priebeh obidvoch reakcií je možné vyjadriť nasledovnými rovnícami:



krvavočervené sfarbenie



berlínska modrá

Zafarbenie obidvoch roztokov je také intenzívne, že je možné ich využiť ako neviditeľný atrament, reagujúce látky sú totiž takmer bezfarebné.

CHEMIKÁLIE

dusičnan železitý, hexakynoželeztnat draselný, tiokyanatan draselný

POMÔCKY

štetce, kadičky, filtračný papier, sklenené tyčinky

BEZPEČNOSŤ



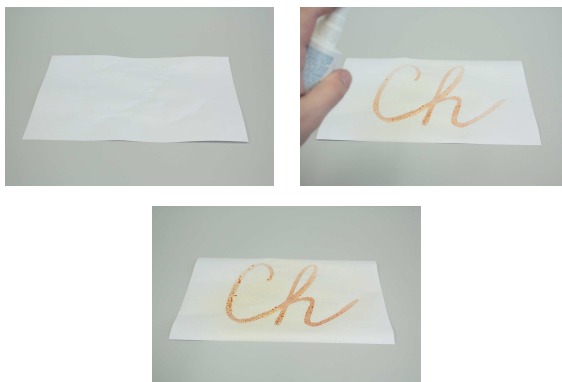
POSTUP



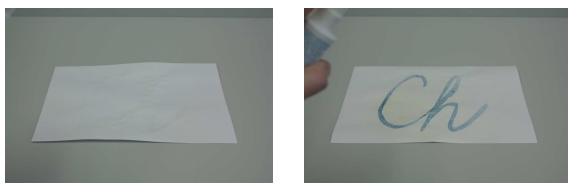
V troch 50 ml kadičkách pripravte roztoky látok rozpustením 2 g chemikálie v 20 ml vody. Ďalej si pripravte filtračný papier veľkosti zodpovedajúcej plánovanému nápisu. Na papier napíšte pomocou štetca roztokom tiokyanatanu draselného a hexakynoželeztnatu draselného požadovanú informáciu. Potom nechajte papier voľne vyschnúť, takže napísanú informáciu nie je vidieť.

Na vyvolanie informácie použite roztok železitej soli, ktorý je najlepšie na papier nastriekať rozprašovačom. Pri použití tiokyanatanu je vyvolaný nápis červeno-hnedý, v prípade ferrokyanidu modrý.

POKUS



Obr. A.1 Tiokyanatanové *tajné písmo* vyvolané železitým roztokom



Obr. A.2 Ferrokyanidové *tajné písmo* vyvolané železitým roztokom

A.2 Tajné písmo II



PRINCÍP

Látky môžeme deliť podľa pH ich vodného roztoku na kyseliny a zásady. Pri reakcii tvoria vždy dvojicu. Nemusí však ísť len o typické kyseliny, aj iné látky majú takéto vlastnosti. Okrem bežných kyselín a zásad existujú organické látky, ktoré sa tiež správajú ako kyseliny a zásady a ich viditeľné sfarbenie sa mení vzhľadom na pH prostredia. Nazývame ich *acidobázické indikátory* a využívajú sa na približné určenie hodnoty pH. V odmernej analýze sa používajú na sledovanie bodu ekvivalencie.

Zmena farby niektorých indikátorov sa dá využiť ako *neviditeľný atrament*, keď sa na jaskôr napíše správa bezfarebným indikátorom a vyvolá sa roztokom kyseliny alebo zásady. Voľba závisí to od toho, v akom prostredí sa jeho farba mení. Najlepšími indikátormi na tento účel sú fenolftaleín a tymolftaleín. Sú to bezfarebné kryštalické látky a zmena ich farby nastáva pri vyšších hodnotách pH. Ich *reakcia* na vysoké pH spôsobuje *zmenu* chemickej štruktúry indikátora, ktorá sa prejaví zmenou farby.

CHEMIKÁLIE

tymolftaleín, fenolftaleín, etanol, uhličitan sodný; prípadne ďalšie bezfarebné acidobázické indikátory so zmenou farby v zásaditom prostredí

POMÔCKY

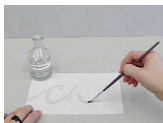
štetce, kadičky, filtračný papier, sklenené tyčinky

BEZPEČNOSŤ



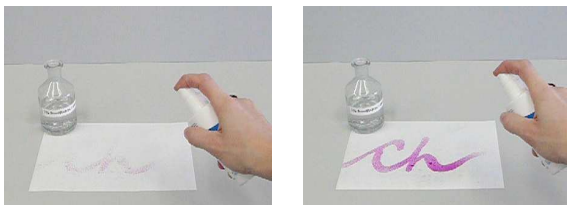
POSTUP

V 50 ml kadičkách pripravte 1% roztoky acidobázických indikátorov rozpustením 0,1 g indikátora v 9,9 g etanolu. Ďalej pripravte v 100 ml kadičke roztok uhličitanu sodného rozpustením 5 g uhličitanu sodného v 40 ml vody.

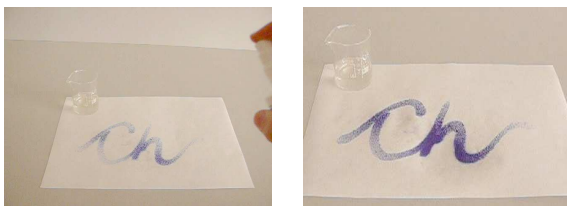


Pripravte si filtračný papier zodpovedajúcej veľkosti a pomocou štetca naň napíšte informáciu roztokmi indikátorov. Papier nechajte potom voľne vyschnúť a nápisy vyvolajte pomocou zásaditého roztoku uhličitanu sodného. Najlepšou variantou pre vyvolanie nápisu je použitie rozprašovača.

POKUS



Obr. A.3 Vyvolanie fenolftaleínového *tajného písma*



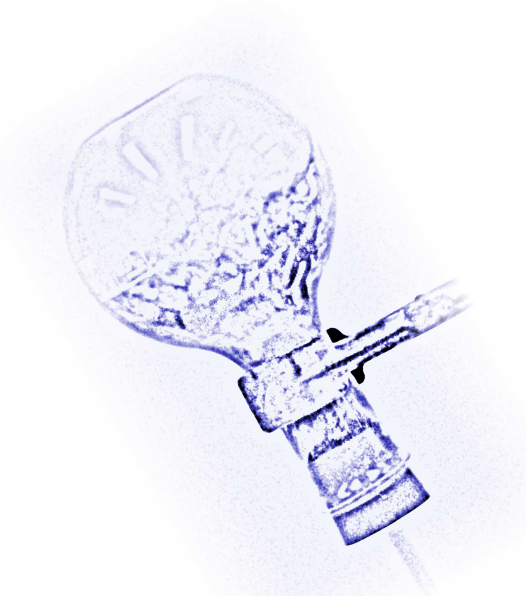
Obr. A.4 Vyvolanie *tajného písma* napísaného roztokom tymolftaleínu

Kapitola B

Pokusy založené na fyzikálnych dejoch

Nie všetky zaujímavé pokusy s chemickými látkami sú založené na chemických reakciách. Chemické látky sa tiež opisujú fyzikálnymi či fyzikálno-chemickými vlastnosťami a na nich môžu byť *založené* veľmi zaujímavé pokusy.

Medzi takéto zaujímavé fyzikálne vlastnosti môžeme zaradiť hustotu, viskozitu či povrchové napätie. Rovnako je však z hľadiska pokusov zaujímavá aj rozpustnosť látok v kvapalinách či to, aký zápach alebo vôňu majú chemické látky ...



B.1 Amoniaková fontána



PRINCÍP

Anglický chemik William Henry experimentálne zistil, že tlak plynnej látky nad kvapalinou, v ktorej je rozpustená, je priamo úmerný jej koncentrácii:

$$k_h \times p_g = c_a$$

Konštantou úmernosti je *Henryho konštanta* k_h [$\text{mol m}^{-3} \text{Pa}^{-1}$], c_a je koncentrácia plynu rozpusteného v roztoku [mol m^{-3}] a p_g je parciálny tlak plynnej fázy nad kvapalinou [Pa]. Henryho konštanta je závislá najmä od teploty a so stúpajúcou teplotou sa jej hodnota znižuje. To znamená, že čím je teplota kvapaliny vyššia, tým menej plynov sa v nej rozpustí.

To, koľko plynu sa v kvapaline rozpustí, sa dá určiť na základe veľkosti Henryho konstanty. Plynom, ktorý má vysokú hodnotu tejto charakteristiky vo vode je čpavok. Konštanta má hodnotu $0,5 \text{ mol m}^{-3} \text{Pa}^{-1}$, čo znamená, že v jednom litri vody sa rozpustí asi 1 200 metrov kubických plynného amoniaku. Táto hodnota spolu s veľkou rýchlosťou rozpúšťania sa dá využiť na pokus nazývaný *amoniaková fontána*.

CHEMIKÁLIE

čpavková voda (25% roztok), indikátor

POMÔCKY

kahan alebo varič, sklenené trubičky, gumové zátky, varná banka, kadička, kovový držiak, korkvrt

BEZPEČNOSŤ



POSTUP



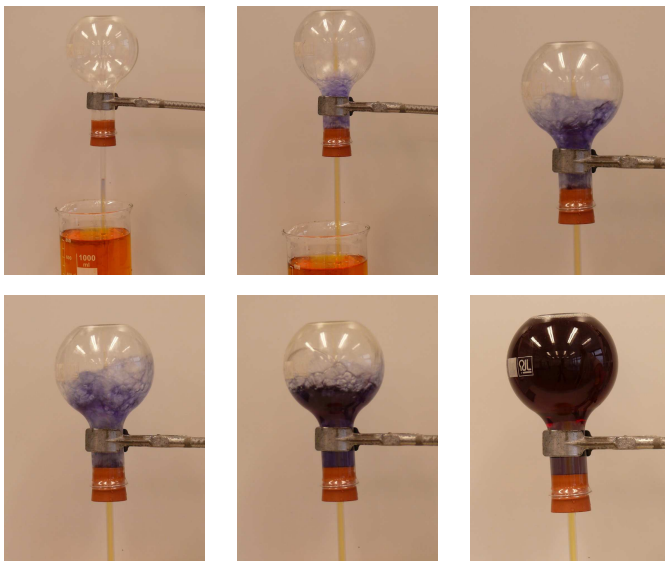
Pred samotným pokusom je nutná príprava. Nad kahanom vytiahnete sklenú trubičku s vonkajším priemerom 8 – 12 mm do kapiláry a po vychladnutí z nej odrežte 30 – 40 cm kus tak, aby na jednom konci bola zúžená (môžete však použiť aj neupravenú trubičku). Konce sklenej trubičky otavte nad plynovým kahanom, aby nemohlo prísť k porezaniu (pozor na zúžený koniec trubičky, nesmiete ho zataviť). Ďalej do gumovej zátky (musí sa ňou dať zazátkovať varná banka) vyvrtajte otvor, do ktorého zasuniete trubičku tak, aby zúžený koniec bol pri pokuse vo vnútri banky.

Do 800 ml kadičky nalejte vodu a pridajte do nej malé množstvo indikátora so zmenou farby v okolí pH 7,5. Do 500 ml varnej banky nalejte malé množstvo čpavkovej vody (maximálne 5 – 10 ml) a uzatvorte ju zátkou s trubičkou. Polohu trubičky upravte tak, aby siahala asi 1 cm od jej dna.

Banku položte na pustený varič alebo zohrejte kahanom na trojnožke a sieťke. Čpavková voda sa v banke po čase začne variť a po jej vyparení chyťte banku do držiaku. Zoberte držiak do ruky, obráťte banku a ponorte trubičku do pripravenej kadičky. Začne sa do nej pomaly nasávať voda a po jej naplnení začne voda striekať do banky, čo pripomína *fontánu*. Indikátor pritom zmení farbu a podtlak pri rozpúšťaní čpavku naplní banku vodou!



POKUS



Obr. B.1 Rozpúšťanie plynného čpavku vo vode

B.2 Horúci ľad



PRINCÍP

Chemické látky je možné charakterizovať hodnotou rozpustnosti. Jej veľkosť určuje, koľko látky sa rozpustí v akom rozpúšťadle a závisí od chemickej štruktúry látky, rovnako aj od typu kvapaliny, v ktorej sa látka rozpúšťa.

Pri rozpúšťaní dochádza k prenikaniu molekúl látky medzi molekuly rozpúšťadla. Po rozpustení určitého množstva látky sa dosiahne rovnovážny stav. Rozpúšťanie sa tak z makroskopického hľadiska zastaví a hovoríme o *stave nasýtenosti* a *nasýtenom roztoku*. Opisuje sa koncentráciou a jej hodnota v značnej miere závisí od teploty. Najčastejšie sa so zvyšujúcou teplotou zvyšuje aj množstvo rozpustenej látky v roztoku a jeho koncentrácia.

Dej rozpúšťania je často sprevádzaný tepelnými javmi, teda tým, že sa teplo buď uvoľňuje (rozpúšťanie chloridu zinočnatého) alebo spotrebováva (dekahydrát uhličitanu sodného). Zaujímavou látkou z hľadiska rozpustnosti a tepelného prejavu je octan sodný. Za určitých podmienok sa dá pripraviť *presýtený roztok* pri bežnej teplote, teda roztok, v ktorom je rozpustenej viac látky, ako je za danej teploty možné. Pripravuje sa riadeným ochladením nasýteného roztoku pri vysokej teplote a po iniciácii (kryštálkom, zmiečkom prachu ...) veľmi rýchlo kryštalizuje za vzniku látky, podobnej ľadu a pritom sa ešte uvoľňuje značné množstvo tepla. Kryštalizácia presýteného roztoku octanu sodného sa nazýva *superkryštalizácia* a exotermický dej pri nej sa využíva na výrobu turistických ohrievacích vreciek.

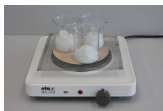
CHEMIKÁLIE

octan sodný

POMÔCKY

zdroj tepla (varič, plynový alebo liehový kahan), kadičky, tyčinka, gumové zátky, Erlenmeyerove banky, tepelne nevodivá podložka, alobal, hodinové sklíčka, kryštalizačné misky

POSTUP



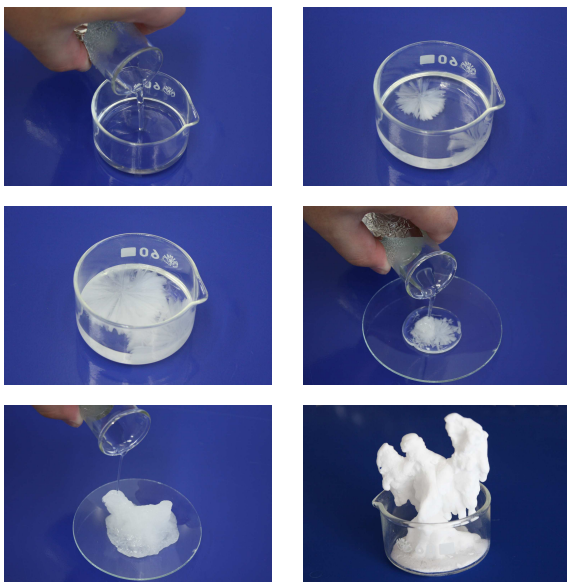
Do minimálne troch 150 ml kadičiek odvážite po 50 g kryštalického octanu sodného. Pridajte k nim po 5 ml destilovanej vody a kadičky umiestnite na varič. Medzitým si pripravte 150 ml Erlenmeyerove banky v počte rovnajúcom sa počtu kadičiek, v ktorých sa rozpúšťa octan. Banky vypláchnite destilovanou vodou a dôkladne ich vysušte tkaninou. Ich spodnú časť zabaľte do alobalu, rovnako zabaľte aj uzatváracie gumové zátky. Alobal pomáha pri rovnomernom ochladzovaní roztoku v banke. Erlenmeyerove banky položte na tepelne nevodivú podložku (stačí drevená dosťička, na ktorej je filtračný papier).

Po rozpustení octanu v kadičkách nalievajte postupne horúce roztoky octanu do čistých Erlenmeyerových baniek po čistej sklenej tyčinke. Dávajte pozor, aby roztok octanu neprskal na steny a tiež nesmiete nalievať horúci roztok na steny banky. Po naliatí horúceho roztoku octanu ich zazátkujte a nechajte voľne vychladnúť. Počas chladnutia zabráňte akýmkoľvek otrasmom baniek.



skontrolujte, v ktorých bankách už octan vykryštalizoval. Tieto banky môžete zobrať a vybrať z nich vykryštalizovanú látku. Banky s čírym roztokom opatrne odzátokujte tesne pred použitím. Po odzátokovaní môžete naliať presýtený roztok do pripravenej čistej nádoby (hodinové sklíčko, kryštalizačná miska). Ak sa podarí naliať roztok do nádoby bez kryštalizácie, môžete ju odštartovať vhođením kryštáliku alebo dotknutím sa roztoku prstom, na ktorom máte zachytený kryštálik octanu. V prípade, že po naliatí začne octan hneď kryštalizovať, môžete skúsiť vytvoriť nejaký zaujímavý priestorový útvar.

POKUS



Obr. B.2 Superkryštalizácia octanu sodného

Kapitola C

Horenie

Oxidačno-redukčná reakcia, pri ktorej reaguje oxidovadlo s palivom, sa nazýva *horenie*. Oxidovadlom môže byť v tomto prípade kyslík (vo vzduchu) alebo látka, ktorá sa dokáže rýchlo rozkladať na kyslík. Palivom môžu byť rôzne horľavé látky: síra, práškové kovy, uhlie, uhľovodíky, cukry alebo drevo. Typickým prejavom horenia je svetlo a teplo.

Okrem horenia poznáme aj dej nazývaný *požiar*. Ten je nežiadúcim javom a teplo, ktoré v ňom vzniká, je príčinou deštrukcie blízkeho okolia. Požiarmi sa zaoberá vedná disciplína nazývaná požiarne inžinierstvo a rieši hlavne ich vznik, priebeh a elimináciu.

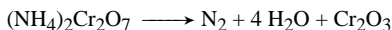


C.1 Dichrómanová sopka



PRINCÍP

Veľa látok je citlivých na teplo, ktoré môže spôsobiť ich rozklad na *jednoduchšie* látky, dokonca až prvky. Pôsobenie tepla sa využíva v priemysle, ale existujú aj zaujímavé pokusy, využívajúce takéto reakcie. Jednou z nich je tepelný rozklad dichrómanu amónneho. Je to oxidačno-redukčná reakcia, ktorá sa dá opísať nasledovnou chemickou rovnicou:



Pri rozklade prúdia rozkladné plyny s rozžeraveným dichrómanom cez vrstvu vytvoreného oxidu chromitého, ktorý strhávajú a unášajú a tak vytvárajú dojem aktívnej sopky.

CHEMIKÁLIE

dichróman amónny, etanol

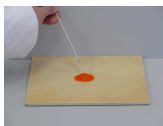
POMÔCKY

nehorľavá platňa, zápalky, lyžička

BEZPEČNOSŤ



POSTUP

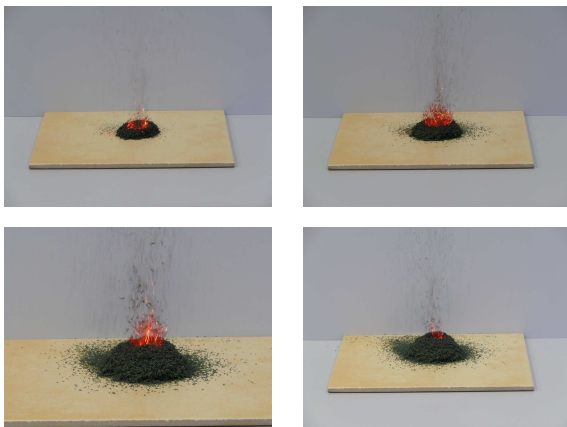


Na stôl dajte nehorľavú podložku, najlepší je alobal alebo keramická dlaždica. V prípade, ak máte k dispozícii len tenkú fóliu, poskladajte ju do niekoľkých vrstiev. Naberte asi polovicu lyžičky dichrómanu amónneho a nasypťte ho na pripravenú podložku tak, aby vytvoril malý kužeľ. Potom naberte do pipety malé množstvo čistého etanolu, asi 0,5 ml. Nakvapkajte opatrne etanol na vrchol kužeľa dichrómanu amónneho a opatrne zapáľte pomocou zápalky alebo horiacej špajle vrchol kužeľa.



Po iniciácii sopky môžete pozorovať postupný a samovoľný rozklad dichrómanu amónneho, ktorý prebieha od vrcholu kužeľa do jeho vnútra, pričom kužeľ sa rozširuje o vytvorený tmavozelený oxid chromitý. Tento je z priestoru rozkladu unášaný spolu s rozžeravenými čiastočkami dichrómanu a pokus tak pripomína sopku.

POKUS



Obr. C.1 Horenie dichrómanovej sopky

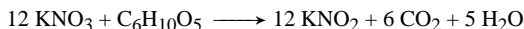
C.2 Horiace písmo



PRINCÍP

Dusičnan a chlorečnan draselný sú v chémii známe ako silné oxidačné činidlá. Ich pôsobenie je významné hlavne v pevnom skupenstve, keď na prejavenie svojej vlastnosti potrebujú len *iniciačný zdroj* a *palivo*. Ak je týmto palivom obyčajný papier, je možné na neho naniesť tieto bezfarebné oxidovadlá vo forme nasýteného roztoku ako *tajný atrament*. Po vysušení papiera je možné napísanú informáciu *vyvolať* kúskom tlejúcej špajle – papier s oxidovadlom začne tlieť a papier bez oxidovadla bude voči nemu *nehorľavý*.

Pokus je možné samozrejme realizovať s akýmkoľvek bezfarebným silným oxidovadlom (chlorečnany, chloristany, dusičnany ...). Tlenie papiera pri tomto pokuse sa dá vyjadriť nasledovnou rovnicou:



POMÔCKY

štetce, kadička, filtračný papier, sklenené tyčinky, stojany, svorky, špajľa, zápalky

CHEMIKÁLIE

dusičnan draselný

BEZPEČNOSŤ



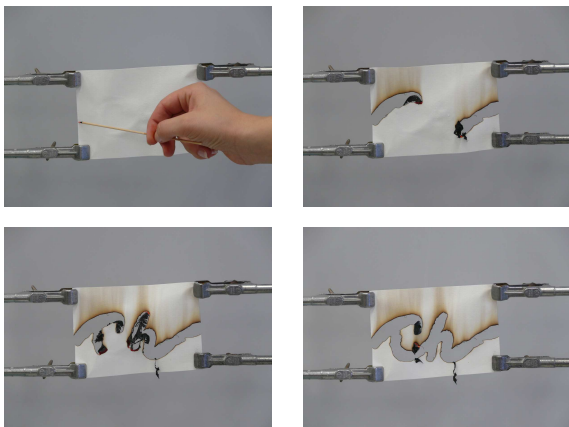
POSTUP

Do 50 ml kadičky nalejte 20 ml destilovanej vody. Potom do nej pridávajte dusičnan draselný, až vznikne nasýtený roztok. Vzniknutý roztok bude nasýtený vtedy, keď sa v ňom dusičnan prestane rozpúšťať.

Prípravte si vhodný kus filtračného papiera a ceruzkou jemne naznačte informáciu, ktorú chcete neskôr zviditeľniť. Potom na takto pripravený papier pomocou štetca namočeného v nasýtenom roztoku dusičnanu draselného napíšte informáciu podľa naznačených čiar. Koniec nápisu označte ceruzkou, aby ste vedeli, kde máte papier zapáliť. Popísaný filtračný papier nechajte voľne vyschnúť (nesmiete použiť teplý vzduch v sušiarňach ani rúre, pretože by mohol vzniknúť požiar). Po vysušení ho upevnite (napríklad svorkami) medzi dva stojany. Teraz zapáľte koniec špajle a nechajte ho trochu vyhoriť aby tlel. Týmto koncom špajle (nehorí, len *červeno* svieti) iniciujte filtračný papier na mieste označenom ceruzou. Časť nasiaknutá dusičnanom draselným začne *tlieť*, pričom sa postupne ukazuje text, ktorý bol na papier napísaný.



POKUS



Obr. C.2 Horiace písmeno *Ch*

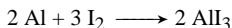
C.3 Oheň z vody



PRINCÍP

Halogény, teda fluór, chlór, bróm a jód sú veľmi reaktívne látky. Ich reaktivita klesá so stúpajúcim atómovým číslom a dnes už takmer neexistuje prvok, ktorý by s niektorým z nich nereagoval (výnimkou sú vzácne plyny – hélium a neón). Ich reakcie s ostatnými prvkami sú často búrlivé, v mnohých prípadoch sa končia výbuchom.

Hliník je prvok, ktorý veľmi ochotne reaguje s halogénmi, bezproblémové sú syntézy fluoridu, chloridu a bromidu. Reakcia syntézy jodidu hlinitého už však na svoju iniciáciu potrebuje impulz – ktorým môže byť voda. V zmesi práškoveho jódu a hliníku voda spôsobí vývoj tepla, ktoré zmes ohrieva a reťazovo zvyšuje rýchlosť reakcie. Vznikajúce teplo sa pri pokuse prejaví najprv vyparovaním jódu za vzniku jeho tmavofialových pár, po krátkej dobe je už však vývoj tepla taký veľký, že príde k vzniku plameňa a nastane zlučovanie prvkov, ktoré sa dá vyjadriť rovnicou:



Iniciácia nemusí byť realizovaná výhradne vodou, ak je reakčná zmes tvorená malými čiastočkami, je možné pozorovať slabý vývoj pár jódu aj pôsobením vzdušnej vlhkosti, k iniciácii však stačí aj voda nachádzajúca sa v kryštalohydrátoch.

CHEMIKÁLIE

hliník, práškový (rozmer pod 0,1 mm; dá sa použiť aj práškový zinok), jód

POMÔCKY

trečia miska s tľičkom, striekačka, lyžička

BEZPEČNOSŤ



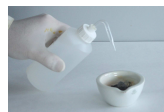
POSTUP



Počas celého pokusu pracujte v ochrannom plášti, rukaviciach a s ochrannými okuliarmi alebo štítom! Ako podložku použite papier väčších rozmerov, pretože pary jódu môžu znížiť pracovnú plochu. Chemikálie a pomôcky musia byť vysušené, inak môže prísť k predčasnému zapáleniu.

Do vyčistenej a vysušenej trecej misky dajte maximálne jednu lyžičku jódu a opatrne ho rozotrite na jemný prášok. Pridajte jednu až dve lyžičky práškoveho hliníka a lyžičkou dôkladne premiešajte obsah v trecej miske (jemné *fialové dymenie* nie je chybou).

Položte na stół veľký kus filtračného papiera a do jeho stredu umiestnite treciu misku s pripravenou zmesou. Potom opatrne prikvapnite trochu destilovanej vody zo striekačky. O niekoľko sekúnd začne reakcia; najprv sa vytvorí sublimáciou veľké množstvo fialových pár jódu, ktoré sa pomaly rozplynú do blízkeho okolia trecej misky. Po krátkom čase reakcia hliníka a jódu vyvinie toľko tepla, že prítomný hliník sa bude zlučovať s jódom v plameni, ktorý sa vynorí z pár jódu v trecej miske.



POKUS



Obr. C.3 Zapálenie ohňa pomocou vody

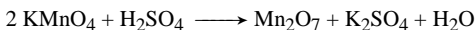
C.4 Blesky v skúmavke



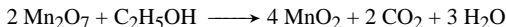
PRINCÍP

V organickej chémii je oxidácia využívaná na prípravu významných látok, príkladom je príprava aldehydov, kyselín či epoxidov. Priemyselne sa realizuje kyslíkom, v laboratóriu však môže byť kyslík ako oxidačné činidlo na takúto reakcie horšie použiteľný. Preto sa používajú anorganické oxidovadlá, najmä chrómany alebo manganistany. Väčšinou sa nimi organické látky oxidujú pomaly a pokojne. Ak sa však použijú ešte agresívnejšie oxidačné činidlá, ako oxid manganistý, oxidácia môže byť veľmi rýchla. Rýchlosť vývinu tepla pri reakcii môže byť až tak vysoká, že príde k samovoľnému vznieteniu organickej látky.

Na takejto oxidácii je založený pokus, pri ktorom na rozhraní dvoch kvapalín – kyseliny sírovej a etanolu je možné pozorovať záblesky. Každý záblesk je spôsobený prítomnosťou oxidu manganistého. Ten vzniká reakciou manganistanu draselného s kyselinou sírovou podľa rovnice:



Oxid manganistý sa v prítomnosti etanolu najprv redukuje na oxid manganitý a atomárny kyslík, ktorý je veľmi reaktívny a oxiduje etanol za vzniku záblesku (plameňa) a konečným produktom je voda a oxid uhličitý. Oxidácia etanolu oxidom manganistým sa dá vyjadriť nasledovnou rovnicou:



POMÔCKY

stojan, svorky, väčšia skúmavka (s priemerom 20 – 30 mm), pipeta alebo striekačka, kadička

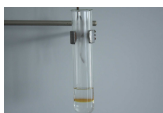
CHEMIKÁLIE

kyselina sírová, etanol, manganistan draselný

BEZPEČNOSŤ



POSTUP



Pri pokuse používajte ochranný plášť a rukavice s okuliarmi alebo štítom. Je tiež dôležité dodržiavať bezpečnosť pri práci, pretože sa pracuje s koncentrovanou kyselinou sírovou, ktorou sa môžete poleptať a silnými oxidácnymi činidlami, ktoré by mohli spôsobiť požiar!

Nalejte z fľaše do 50 ml kadičky asi 20 ml koncentrovanej kyseliny sírovej. Pripravte si suchú a čistú skúmavku, kde bude pokus prebiehať a opatrne do nej nalejte pripravenú kyselinu do výšky maximálne 2 cm (kyselinu nesmiete nalievať po stene skúmavky a nesmie pri nalievaní ani prskať na steny skúmavky; ak máte menšiu skúmavku, použite pipetu).

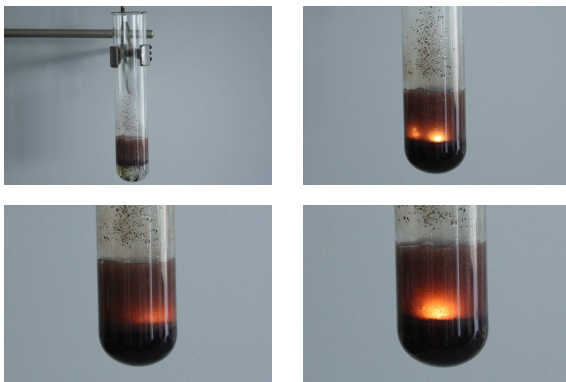
Skúmavku s kyselinou nakloňte a opatrne prilejte po stene etanol tak, aby sa vytvorili dve oddelené vrstvy – dole kyselina a hore etanol. Vrstva etanolu by mala mať výšku 3 – 4 cm.



Skúmavku s kyselinou a etanolom upevnite na laboratórny stojan vo vertikálnej polohe a nasypťe do nej kryštáliky manganistanu draselného (na špičku lyžičky). Ako *stojan* je tiež možné použiť vysokú kadičku s vodou, do ktorej vložíte skúmavku; voda je v tomto prípade *zväčšovacou šošovkou*.

Po krátkom čase príde k intenzívnej reakcii na rozhraní kyseliny a etanolu, manganistan reaguje s kyselinou za vzniku oxidu manganistého a ten následne s etanolom za vývoja *zábleskov* v skúmavke.

POKUS



Obr. C.4 Blesky vznikajúce počas pokusu v skúmavke

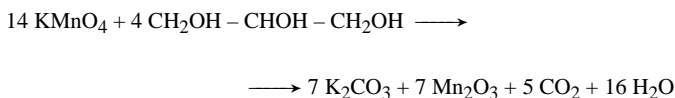
C.5 Samozápalný glycerín



PRINCÍP

Manganistan draselný pôsobí na organické látky ako oxidačné činidlo. Veľmi ochotne s ním reagujú hlavne látky, ktoré nazývame alkoholy. Rýchlosť oxidácie pritom závisí v značnej miere na veľkosti molekuly alkoholu, ale aj na počte funkčných skupín. Čím je počet skupín väčší a uhlíkový reťazec molekuly jednoduchší, tým viac tepla vzniká pri reakcii.

Tento poznatok sa využíva pri tomto pokuse, kde oxidáciou všetkých troch skupín glycerínu vzniká také veľké množstvo tepla, že dôjde k jeho samovoľnému vznieteniu. Ideálne sa glycerín pri tejto reakcii rozkladá na vodu a oxid uhličitý, v reálnych podmienkach vznikajú ešte rôzne organické látky:



CHEMIKÁLIE

manganistan draselný, glycerol (glycerín, propán-1,2,3-triol)

POMÔCKY

treca miska, kadička, nehorľavá podložka – alobal, keramická alebo kovová doštička

BEZPEČNOSŤ

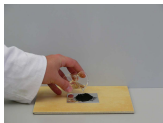


POSTUP

Tepló vyvíjané pri pokuse je veľmi vysoké, preto odstráňte všetky horľavé predmety z blízkosti miesta pokusu.

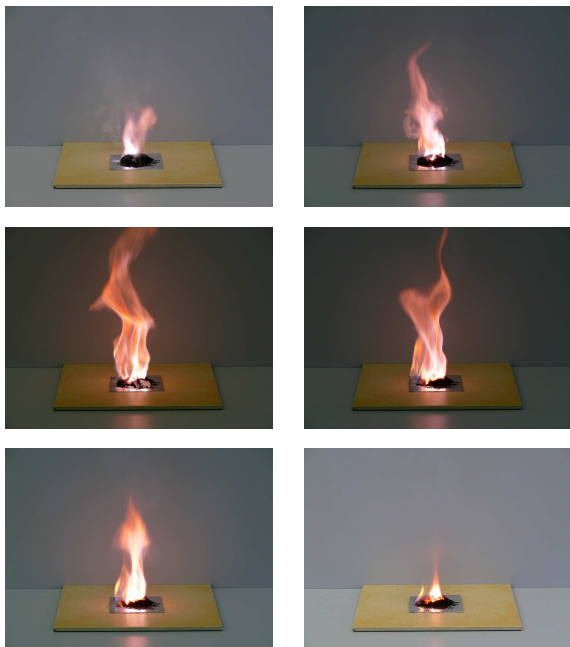


V tretej miske rozotrite manganistan tak, aby ste získali jemný prášok. Následne pripravte pracovnú plochu – buď na nehorľavý materiál stola (najlepšie keramický) položíte alobal poskladaný do 4 – 8 vrstiev alebo použijete ako podložku keramickú doštičku (vhodné sú napríklad bežné dlaždice).



Na pripravenú plochu dajte 1 – 2 lyžičky jemne rozotretého manganistanu draselného tak, aby ste vytvorili malý kužeľ a do jeho vrcholu urobte malú jamku. Do tejto jamky opatrne nalejte z kadičky pár kvapiek glycerínu a v krátkom čase (10 – 20 sekúnd) dôjde k *samovoľnému* vznieteniu oxidujúceho sa glycerínu.

POKUS



Obr. C.5 Vznietenie glycerínu po reakcii s manganistanom

C.6 Bengálske ohne



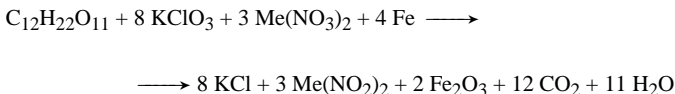
PRINCÍP

Už v siedmom storočí vynali v Číne čierny prach, čo je mechanicky pripravená zmes jemne rozomletého dreveného uhlia, síry a dusičnanu draselného. Táto kombinácia, teda mleté pevné oxidovadlo a palivo, je základom zmesí, nazývaných *pyrotechnické zlože*. Sú určené na napodobovanie výbuchov, vytváranie (farebných) plameňov či dymov ...

Do tejto skupiny látok patria aj *bengálske ohne*. Charakteristické sú predovšetkým intenzívnym sfarbením plameňa. Tento jav sa dosahuje použitím prchavých solí niektorých kovov, najčastejšie sa využívajú dusičnany alebo chloridy alkalických kovov a zemín. Niekedy sa môžeme stretnúť aj s efektom prskania, na ktorý sa používajú práškové kovy. Zvýraznenie svietivosti plameňa sa zase dosahuje pridaním práškoveho horčička či horčikových pilín.

Základom bengálskeho ohňa je vždy pyrotechnická zlož, ktorá vytvára samotný plameň. Čierny prach je však ako základná zlož pre bengálske ohne nepoužiteľná, pretože drevené uhlie spôsobuje intenzívne žlté sfarbenie plameňa. Rovnako tak farbía plameň do žltá aj sodné kationy, ktoré tak vylučujú použitie sodných oxidovadiel. Najlepšie sú zlúčeniny draslíka – dusičnan, chlorečnan, chloristan, v niektorých prípadoch sa dá uvažovať aj o manganistane. Ak je tento pokus realizovaný vo uzatvorených priestoroch, je vhodné ako palivo používať cukor. Síra je z hľadiska horenia lepšou variatnou, vzniká však štipľavo zapáchajúci oxid siričitý.

Pomery jednotlivých zlúčenín v bengálskom ohni sú výsledkom reálnych skúseností, a zvyčajne nevyhovujú reakčným pomerom rovníc, ktorých môže byť často niekoľko:



Ak pripravujeme zelený bengálsky oheň, Me je bárium (Ba) a ak pripravujeme červený oheň, Me je stroncium (Sr).

CHEMIKÁLIE

chlorečnan draselný, dusičnan strontnatý, dusičnan báratý, práškové železo, cukor (sacharóza)

POMÔCKY

nehorľavá podložka, filtračný papier, tretia miska

BEZPEČNOSŤ



Veľmi opatrne rozotrite v trecej miske samostatne každú látku – chlorečnan, dusičnany a sacharózu. Jemne rozotreté zložky ukladajte na kúsky filtračného papiera. **POZOR!** Po rozotretí každej látky musíte misku aj túčik dokonale očistiť a vysušiť.

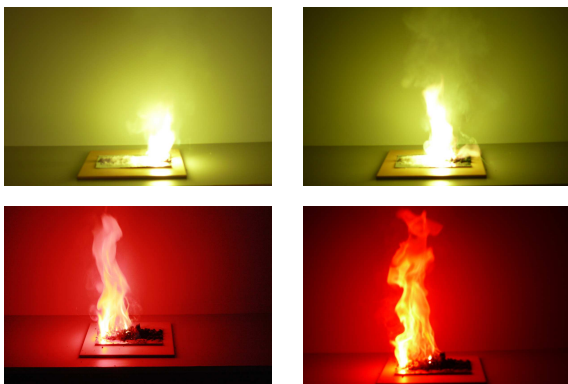
Na väčší kus filtračného papiera (aspoň 30×30 cm) dajte tri lyžičky jemne rozotretého chlorečnanu draselného a jednu lyžičku *farbiacej* látky – dusičnanu strontnatého či bárnatého. Potom pridajte 4 lyžičky jemne rozotretej sacharózy. Nakoniec môžete pridať polovicu lyžičky práškoveho železa. Zmes opatrne zamiešajte plastovou lyžičkou, dokonalé premiešanie docielte presýpaním v papieri.

Po príprave obidvoch zmesí (jedna s dusičnanom bárnatým, druhá s dusičnanom strontnatým) si pripravte nehorľavú podložku a nasypťte na ňu pyrotechnické zložky v hrúbke asi 1 cm. Potom opatrne zapáľte pomocou horiacej špajle niektorý koniec a pozorujte horenie. Zlož s dusičnanom strontnatým horí červeným a s dusičnanom bárnatým zeleným plameňom. Ak ste do zmesi dali aj práškové železo, môžete pozorovať vyletujúce rozžeravené čiastočky horiaceho železa.

POSTUP



POKUS



Obr. C.6 Červený a zelený bengálsky oheň

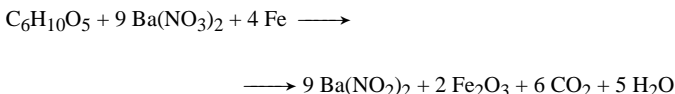
C.7 Vianočná prskavka



PRINCÍP

Veľmi dobre známa *vianočná prskavka* je v podstate pyrotechnickou zloťou. Na rozdiel od bengálskych ohňov však potrebuje na splnenie svojho účelu aj zodpovedajúce spracovanie. Jej zložky totiž pri správnom pomere a aplikácii horia špecifickým spôsobom, teda pomaly, pričom z plameňa prskajú horiace čiastočky železa.

Vzhľadom na to, že prskavky sú bežne dostupnou *zábavnou pyrotechnikou*, je aj ich zloženie volené tak, aby boli z hľadiska požiaru čo najmenej nebezpečné (hlavná je čo najmenšia náchylnosť na samovznietenie), preto sa ako oxidovadlo používa dusičnan bárnatý. Palivom je dextrín, ktorý pôsobí pri výrobe aj ako *lepidlo* jednotlivých zložiek prskavky. Ako v prípade bengálskych ohňov, aj horenie prskavky je možné charakterizovať niekoľkými reakčnými pomermi, jeden z nich ukazuje nasledovná rovnica:



CHEMIKÁLIE

dusičnan bárnatý, železo, hliník, dextrín (prípadne kukuričný škrob na jeho prípravu)

POMÔCKY

kadičky, tyčinka, železné drôty (základ prskavky), držiak, stojan

BEZPEČNOSŤ



POSTUP



Ak nemáte dextrín, je nutné ho najprv pripraviť. Na rovný a čistý plech (môže byť pokrytý vrstvou alobalu) dajte tenkú vrstvu kukuričného škrobu. Potom vložte plech do sušiarne vyhriatej na 200 °C a nechajte škrob v sušiarňi minimálne 2 hodiny pražiť. Dôležité je pritom každých 8 - 10 minút premiešať vrstvu škrobu, aby neprihorel. Príprava je ukončená, keď má prášok žltohnedú farbu.



Teraz odvážite do 50 ml kadičky 5,5 g jemne rozotretého dusičnanu bárnateho, 2,5 g práškoveho železa, 0,5 g práškoveho hliníka a 1,5 g dextrínu. Opatrne, ale dôkladne premiešajte všetky zložky do homogénnej zmesi a pridajte k nej toľko vody, aby po vymiešaní vznikla hustá lepivá kaša.

Túto kašu naneste na drôty (môžu byť aj vysušené špajle, impregnované vodným sklom) v niekoľkých vrstvách a pripravené prskavky nechajte voľne vyschnúť. Vysušenie dokončíte v sušiarňi pri nižších teplotách, najlepšie okolo 50 – 60 °C.

Po dôkladnom vysušení pripevnite prskavku do držiaku a voľný koniec zapáľte. Po zapálení začne pyrotechnická zmes horieť, pričom z plameňa budú vyletovať horiace čiastočky železa.

POKUS

Obr. C.7 Horenie vianočnej prskavky

C.8 Miznúca vata



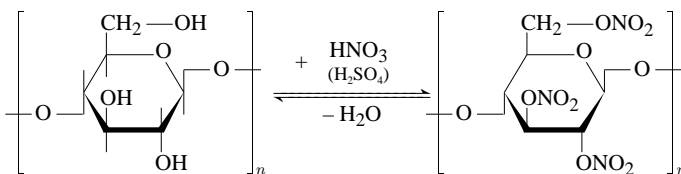
PRINCÍP

Hlavnou stavebnou časťou každej rastliny je polysacharid celulóza. V prírode sa nachádza vo viac či menej čistej forme – v dreve, stonkách rastlín, plodoch ... Prakticky čistá celulóza je plodom bavlníku, z ktorého sa vyrába aj vata.

Vata je zložená z lisovaných jemných vlákien celulózy. Z celulózy sa vyrába papier (lisované usporiadané vlákna), ďalej sa z nej dá vyrábať *viskóza*, ktorá sa používa na výrobu umelého hodvábu či celofánu. V neposlednom rade sa využíva aj na prípravu *nitrocelulózy*, ktorá je základom tohto pokusu.

Nitrocelulóza je zlúčenina, ktorá veľmi rýchlo horí a táto jej vlastnosť sa priemyselne využíva vo výbušninárskom priemysle na výrobu *strelivín*, čo sú látky, ktoré sa používajú ako hnacia hmota do nábojov.

Z chemického hľadiska je príprava nitrocelulózy *esterifikáciou* a je to teda ester celulózy kyseliny dusičnej. Reakcia potrebuje na svoj priebeh nitróniový ión, ktorý vzniká v *nitračnej zmesi*. Nitračná zmes sa pripravuje zmiešaním kyseliny sírovej a dusičnej, rýchlosť reakcie potom závisí na type látky ako aj na koncentráciách kyselín tvoriacich nitračnú zmes. Príprava nitrocelulózy sa dá vyjadriť nasledovnou reakčnou schémou:



CHEMIKÁLIE

celulóza (vata), kyselina sírová, kyselina dusičná, uhličitan sodný, etanol

POMÔCKY

kadičky, kryštalizačná miska, tyčinky

BEZPEČNOSŤ



Položte 250 ml kadičku (na miešanie nitráčnej zmesi) do kryštalizačnej misky vhodnej veľkosti, aby sa obsah kadičky mohol chladiť vodou. Teraz nalejte do kryštalizačnej misky vodu (prípadne ľad) na chladenie a do kadičky nalejte 60 ml koncentrovanej kyseliny dusičnej. Po tyčinke k nej pomaly nalievajte 120 ml koncentrovanej kyseliny sírovej. Pri zmiešavaní sa uvoľňuje teplo, preto vodu na chladenie po jej ohriatí vymeňte.

Do 80 mm kryštalizačnej misky dajte vatú asi do 3/4 jej objemu. Zalejte ju vychladnutou nitráčnou zmesou, zakryte Petriho miskou a nechajte reagovať. Asi po 2 - 4 hodinách si pripravte do 600 ml kadičky roztok uhličitanu sodného (4 - 5 lyžičiek na 300 ml vody) a opatrne preneste pomocou pinzety zreagovanú vatú do tohto roztoku. Kyseliny začnú okamžite reagovať s uhličitanom a roztok pení za uvoľňovania oxidu uhličitého. Po doreagovaní preneste vatú do studenej vody. Následne ju premývajte v čistej studenej vode dovtedy, pokiaľ sa pH vody nebude blížiť hodnote neutrálneho roztoku.

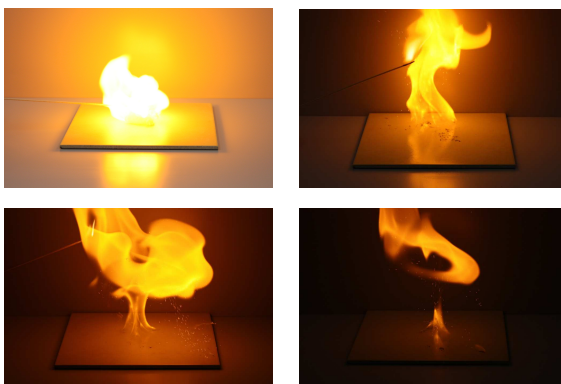
Nitrovanú vatú potom opatrne premyte etanolom (nesmiete použiť acetón a éter, ktoré želatinujú nitrocelulózu). Odstráňte zvyšok etanolu z nitrocelulózy stlačením medzi dvomi filtračnými papiermi a preneste ju na čistý kus filtračného papiera. Produkt nechajte voľne vyschnúť.

Po dôkladnom vysušení odtrhnite malý kúsok a pomocou horiacej špajle ho zapáľte. Okamžite príde k vznieteniu a rýchlemu zhoreniu *vaty*, pričom po nej nezostane žiadny zvyšok.

POSTUP



POKUS



Obr. C.8 Rýchle zmiznutie *vaty* z nitrocelulózy

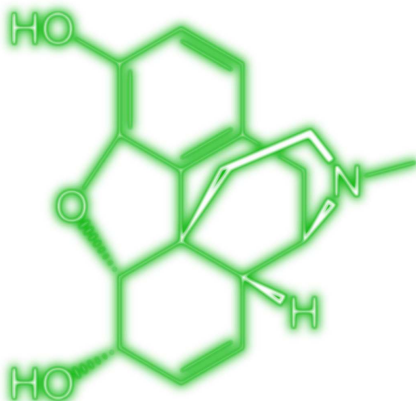
Kapitola D

Pokusy z organickej chémie

V roku 1828 sa podarilo Friedrichovi Wöhlerovi pripraviť z anorganickej látky – kyanatanu amónneho prvú organickú látku – močovinu. Táto syntéza stála na počiatku *organickej chémie*. Všetky látky patriace do organickej chémie obsahujú uhlík ako základný prvok organických látok. Po zavedení konceptu chemickej štruktúry uhľovodíkov, ktorého najvýznamnejšími časťami boli reťazce uhlíka a vzorec molekuly benzénu (Friedrich August Kekulé), sa organická chémia stala základnou časťou chémie.

Dnes poznáme viac ako 17 miliónov organických látok, od úplne najjednoduchších až po veľmi zložité látky. Do organickej chémie nezaraďujeme len umelo pripravené látky. Patria sem aj látky vyskytujúce sa v prírode, ktoré sú základom živých organizmov. Organická chémia sa rozvinula do obrovských rozmerov, takže dnes sa s ňou môžeme stretnúť tak v priemysle pri výrobe látok, ako sú plasty, alebo v menšom meradle napríklad pri výrobe a vývoji liečiv, pesticídov či iných významných látok.

Organické látky majú vzhľadom na svoj počet veľmi rôznorodé vlastnosti, stretávame sa s nimi v každodennom živote. Reakcie organických zlúčenín však môžu byť tiež zaujímavými pokusmi.



D.1 Rozlíšenie metanolu od etanolu

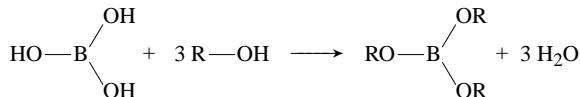


PRINCÍP

Esterifikácia je významná rovnovážna organická reakcia. Reagujú pri nej kyseliny (aj anorganické) s alkoholmi a produktom reakcie je ester a voda. Estery sú významné látky, hojne využívané v priemysle, v laboratóriu sa často pripravujú v malých koncentráciách vo vode ako *vonné esencie*. Na základe ich vône je možné často určiť, z akej kyseliny a alkoholu bol ester pripravený. Etylster kyseliny octovej (etylacetát) je hrušková esencia, butylacetát je zase ananášová esencia.

Okrem toho majú estery ďalšiu významnú charakteristiku – sú prchavé. Túto vlastnosť je možné využiť na rozlíšenie dvoch najjednoduchších alkoholov. Reakciou s kyselinou boritou totiž vznikajú za normálnej teploty estery kyseliny boritej a pri horení pár esteru je možné pozorovať ľahko rozlíšiteľný rozdiel – metylester kyseliny boritej horí *zeleným* plameňom. Etylster horí žltým plameňom, ktorý sa nedá odlíšiť od horenia čistého etanolu.

Esterifikácia alkoholov kyselinou boritou sa dá vyjadriť nasledovnou reakčnou schémou:



kde R je buď metylová (CH_3 —) alebo etylová (CH_3 — CH_2 —) skupina.

POMÔCKY

2 porcelánové misky, špajľa, zápalky

CHEMIKÁLIE

metanol, etanol, kyselina boritá

BEZPEČNOSŤ



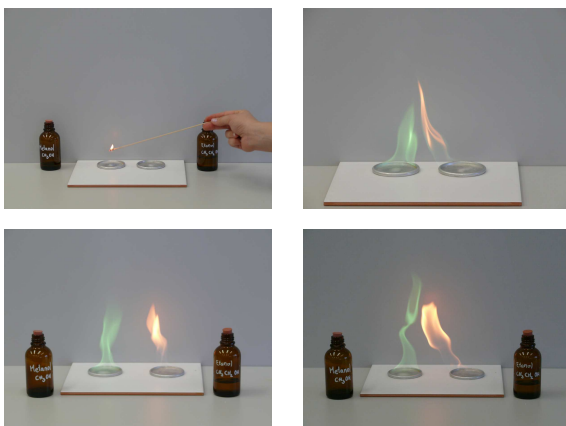
Na stôl položte dve čisté porcelánové misky. Do jednej z nich nalejte malé množstvo metanolu a do druhej malé množstvo etanolu. Od množstva potom závisí aj doba, počas ktorej budú alkoholy horieť. Do každej kvapaliny v porcelánovej miske dajte pár kryštálikov kyseliny boritej (na špičku lyžičky) a trochu alkoholu zamiešajte, aby mohli látky zreagovať.

Potom opatrne pomocou horiacej špajle zapáľte alkoholy v oboch miskách. Metanol horí zeleným a etanol žltým plameňom.

POSTUP



POKUS



Obr. D.1 Rozlíšenie metanolu a etanolu pomocou kyseliny boritej

D.2 Hovienko v skúmavke

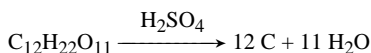


PRINCÍP

Existujú látky, ktoré sú citlivé na prítomnosť vody. Často totiž voda zhoršuje ich stabilitu alebo jednoducho s vodou reagujú. Preto sa hľadali zlúčeniny, ktoré dokážu z dosahu takýchto látok vodu odstrániť a nazývame ich *dehydratačné činidlá*. Odstraňujú vodu z prostredia buď chemicky, teda s ňou reagujú a tým ju odstraňujú (oxid fosforečný) alebo fyzikálnymi mechanizmami, ktoré sú založené na absorpcii (silikagél) či rozpustnosti (hydroxid sodný, kyselina sírová). Tieto látky sú v pevnom alebo kvapalnom skupenstve.

Spoločne so silikagélom je asi najznámejším dehydratačným činidlom kyselina sírová. Táto jej vlastnosť je spôsobená vysokou afinitou oxidu sírového k vode. Kyselina sírová však dokáže odobrať nielen bežnú vodu, ale dokáže ju odobrať aj z molekúl organických zlúčenín, ktoré majú slabo viazané niektoré funkčné skupiny obsahujúce kyslík a vodík. Často pritom ide o funkčnú skupinu alkoholov. Takéto slabo viazané skupiny obsahujú cukry (kedysi sa nazývali *uhlhydráty*).

Dehydratácia je aj podstatou tohto pokusu. Najdostupnejším cukrom je sacharóza a pri reakcii s kyselinou sírovou *stráca vodu* a uvoľňuje sa pritom veľké množstvo tepla. Toto teplo spôsobuje vznik plyných rozkladných produktov, ktoré zapríčinja nafúknutie *zvyšku* cukru v nádobe. Dehydratovaný cukor vyplní počas reakcie nádobu čiernou hmotou. Nafukovanie pokračuje ďalej, až hmota vystúpi z nádoby za značného zápachu po aldehydoch, ketónoch a kyselinách, ktoré sú sprievodným produktom dehydratačnej reakcie:



CHEMIKÁLIE

kyselina sírová (koncentrovaná, 98%), sacharóza

POMÔCKY

väčšia skúmavka (s priemerom aspoň 25 mm), kadička, stojan s držiakom

BEZPEČNOSŤ



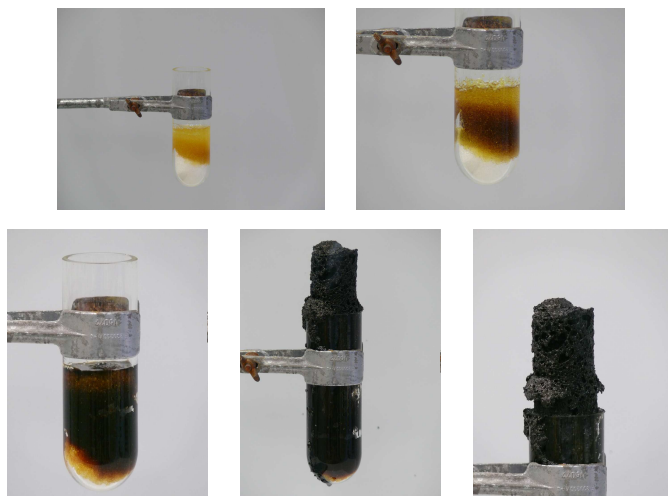
Do stojanu s držiakom upevníte skúmavku s priemerom aspoň 25 mm a nasypte do nej asi 2 cm vysokú vrstvu kryštálového cukru.

Do 100 ml kadičky si pripravte koncentrovanú kyselinu sírovú a nalejte ju na cukor pripravený v skúmavke. Cukor musí byť úplne pod hladinou kyseliny. Po krátkej chvíli začne obsah skúmavky tmavnúť a dehydratácia pokračuje až do úplného sčernania obsahu, pričom obsah sa začne nafukovať až vystúpi von zo skúmavky za značného zápachu. Produkt reakcie pripomína názov tohto pokusu.

POSTUP



POKUS



Obr. D.2 Hovienko v skúmavke

D.3 Nylon



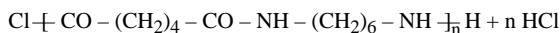
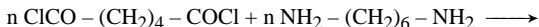
PRINCÍP

Štruktúra makromolekulovej (polymérnej) látky je tvorená z veľkého počtu opakujúcich sa štruktúrnych jednotiek, ktoré sa nazývajú monoméry. V roku 1856 reakciou nitrocelulózy a gáfru pripravil Alexander Parkes prvú polosyntetickú makromolekulovú látku – *celuloid*. Neobyčajné vlastnosti polymérnych látok, ako je hustota, pevnosť, toxicita alebo rozložiteľnosť, spôsobili prudký rozvoj ich skúmania a rozvoj chemického odvetvia nazývaného *makromolekulová chémia*. Od tejto doby bolo vyrobených veľa polymérov, ale uplatnenie našli len niektoré.

Medzi polyméry so širokým využitím radíme aj *nylony*. Existuje ich niekoľko druhov a líšia sa najmä počtom uhlíka v monomérnej jednotke. Poznáme teda klasický nylon pripravený polymerizáciou kaprolaktámu či nylony pripravené kondenzáciou dikarboxylovej kyseliny a diamínu. Touto druhou reakciou je možné pripraviť aj *nylon 6,6*. Jeho štruktúru tvorí kyselina a amín so šiestimi uhlíkmi, teda kyselina adipová a hexándiamín.

Pretože však kyselina reaguje s diamínom veľmi pomaly a za zvýšenej teploty, takáto príprava nie je ako pokus príliš zaujímavá. Ak sa však nahradí kyselina adipová dichloridom kyseliny, reakcia je už veľmi rýchla a výsledok je efektívny.

Samotná kondenzácia sa dá vyjadriť nasledovnou reakciou:



CHEMIKÁLIE

dichlorid kyseliny hexándiovej (adipovej), hexán-1,6-diamín, cyklohexán, hydroxid sodný

POMÔCKY

kadičky, tyčinky, pinzeta

BEZPEČNOSŤ



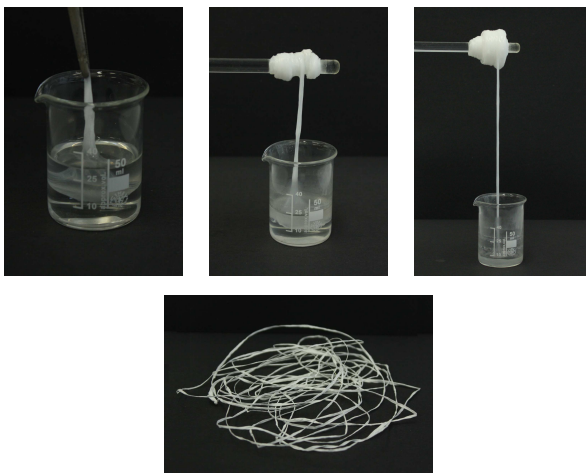
Najprv prichystajte v 100 ml kadičkách roztoky pre pokus. Prvý roztok pripravte rozpustením 2,5 g hexándiamínu a 10 g hydroxidu sodného v 40 ml vody. Druhý pripravte rozpustením 2,5 g dichloridu kyseliny adipovej v 50 g cyklohexánu.

POSTUP

Do 150 ml suchej kadičky nalejte najprv roztok hexándiamínu vo vode a na neho opatrne nalejte po stene kadičky roztok dichloridu kyseliny adipovej. Vytvorí sa rozhranie medzi kvapalinami, ktoré je zvýraznené vznikom bielej látky – produktu kondenzácie. Tento jemný povlak vytvorený na rozhraní potom opatrne pomocou špičky pinzety alebo drôteného háčika pomaly zdvihnite cez vrstvu kvapaliny, pričom sa na rozhraní stále vytvára jemný povlak nylonu. Pomaly ťahajte vytvárajúce sa vlákno a môžete ho skúsiť navinúť na sklenenú tyčinku.



POKUS



Obr. D.3 Navíjanie vlákna nylonu

Kapitola E

Pokusy založené na oxidačno-redukčných reakciách

Oxidačno-redukčné reakcie sú založené na výmene elektrónov medzi niektorými prvkami, ktoré sa podieľajú na chemickej reakcii. Podobne ako pri acidobázických reakciách, aj pri oxidačno-redukčných musí byť vytvorený reakčný pár. Prvou súčasťou reakcie je oxidovadlo, teda látka, ktorá sa redukuje a prijíma elektróny, druhou redukovadlo, čo je látka, ktorá sa oxiduje a odovzdáva elektróny.

Oxidačno-redukčné reakcie poznáme tak v organickej, ako aj anorganickej chémii. Tento typ reakcií sa často využíva v priemyselných organických a anorganických výrobách. Redoxné reakcie však významne zasahujú nielen do chodu priemyslu, ale aj do bežného života, stačí spomenúť chlórovanie vody či hydrogenáciu (stužovanie) tukov ...



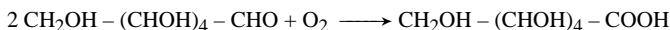
E.1 Modrá banka



PRINCÍP

Reakcie organických zlúčenín sú typické menšou rýchlosťou reakcie a vratnosťou. Podobne je to pri tomto pokuse, kde sa využíva reverzibilná oxidačno-redukčná sústava, ktorej zložkami sú kyslík (dostáva sa do sústavy pri pretrepaní roztoku), glukóza a farbivo metylénová modrá.

Glukóza je v alkalickom roztoku pomaly oxidovaná kyslíkom na glukonovú kyselinu podľa nasledovnej rovnice:



V tomto prostredí metylénová modrá urýchľuje reakciu, pretože pôsobí ako sprostredkovateľ prenosu kyslíka. Počas oxidácie glukózy kyslíkom rozpusteným v roztoku prebieha súčasne redukcia metylénovej modrej na bezfarebnú metylénovú bielu a modré sfarbenie roztoku vymizne. Opakované zafarbenie roztoku je možné vyvolať pretrepaním nádoby, čím sa dosiahne oxidácia glukózy a redukcia indikátora. Proces je podmienený len prítomnosťou kyslíka (stačí odzátkovať nádobu) a celý opísaný proces sa opakuje.

CHEMIKÁLIE

hydroxid sodný, glukóza, metylénová modrá, etanol

POMÔCKY

varná banka, zátku, sklenená tyčinka, odmerná banka

BEZPEČNOSŤ



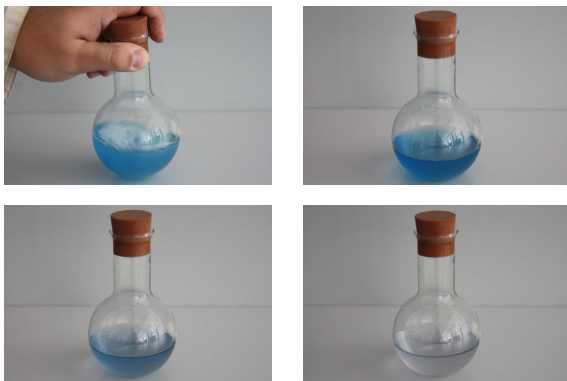
POSTUP



Najprv pripravte roztok indikátora. Dajte do 100 ml odmernej banky trochu etanolu a rozpustite v ňom 0,1 g metylénovej modrej. Následne banku doplňte etanolom po rysku. Potom dajte do 250 ml varnej banky asi 100 ml destilovanej vody a rozpustite v nej 2 g hydroxidu sodného a 2 g glukózy, nakoniec pridajte pár kvapiek roztoku indikátora.

Teraz banku dobre uzatvorte zátkou (gumovou alebo zábrusovou) tak, aby sa roztok nemohol vyliať von. Po nejakom čase príde k odfarbeniu modrého roztoku. Aby ste dosiahli pôvodné zafarbenie, chyťte banku pevne do oboch rúk (pozor, aby sa neuvoľnila zátku) a po poriadnom zatrepaní sa roztok opätovne zafarbí na modro. Po čase sa zase odfarbí, jeho zafarbenie dosiahnete opäť pretrepaním. Ak sa po pretrepaní modré sfarbenie nedosiahne, uvoľnite zátku na banke, aby sa do nej dostal kyslík, ktorý je reakčnou zložkou. Potom banku uzatvorte a zopakujte pretrepanie, roztok sa sfarbí na modro.

POKUS



Obr. E.1 Zmena farby roztoku počas pokusu

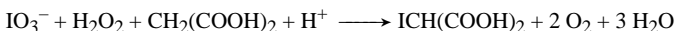
E.2 Jódové hodiny



PRINCÍP

Efektnými pokusmi sú *oscilačné* reakcie. Pri týchto pokusoch v určitom reakčnom štádiu prevláda jedna reakcia nad druhou, v ďalšom je to opačne.

Jednou z takýchto reakcií je *Briggsova-Rauscherova* reakcia. Je to mangánatými iónmi katalyzovaná oxidačno-redukčná reakcia peroxidu vodíka a jodičnanu draselného v prostredí kyseliny sírovej a v prítomnosti kyseliny malónovej:



Počas pokusu samovoľne vzniká a zaniká modré zafarbenie. Toto zafarbenie je spôsobené prítomnosťou škrobu, ktorý vytvára s jódmodrým komplexom. Ak v reakčnej zmesi po určitý čas vzniká z jodičnanu jód a jeho súčasný odstraňovanie z roztoku adíciou na kyselinu malónovú je pomalšie, roztok je zafarbený týmto modrým komplexom, ak v ďalšej fáze prevláda odstraňovanie jódu reakciou s kyselinou, modré zafarbenie zmizne. V tejto sústave je možné pozorovať približne 30 oscilácií.

CHEMIKÁLIE

Roztok A V 100 ml odmernej banke s 20 ml vody rozpustite:

- 1,56 g kyseliny malónovej,
 - 0,446 g tetrahydrátu síranu mangánatého,
 - 0,3 g škrobu,
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

Roztok B V 100 ml odmernej banke s 20 ml vody rozpustite:

- 4,301 g jodičnanu draselného,
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

Roztok C V 100 ml odmernej banke s 20 ml vody rozpustite:

- 0,84 ml 96% roztoku kyseliny sírovej (kyselinu najprv rozpustíte v 30 ml vody a potom nalejete do banky),
 - 28 ml 30% roztoku peroxidu vodíka,
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

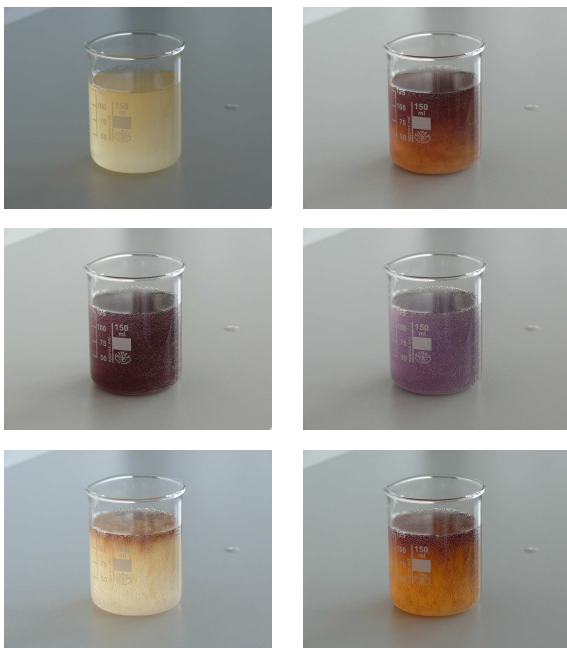
POMÔCKY

odmerné banky, kadička, odmerný valec, magnetické miešadlo

**BEZPEČNOST**

V prvom kroku pripravte tri opísané roztoky A, B a C. V 150 ml kadičke zmiešajte rovnaké objemy (cca po 40 ml) týchto troch roztokov. Ak vzniknutý roztok nebudete miešať, môžete pozorovať farebné zmeny *vo vrstvách* podľa toho, v ktorej časti roztoku jód vzniká a kde zaniká. Tiež však môžete roztok miešať na magnetickom miešadle. V tomto prípade sa bude náhle meniť farba celého roztoku zo žltej na modrú a naspäť.

Oscilácie je možné pozorovať až tridsaťkrát v jednom roztoku. Počet oscilácií závisí hlavne na tom, či sú ešte v sústave látky potrebné na reakciu (ak sa minie niektorá zložka, reakcia nebude ďalej prebiehať).

POSTUP**POKUS**

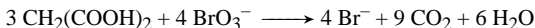
Obr. E.2 Zmeny farby v kadičke

E.3 Chemické vlny



PRINCÍP

Tento pokus je ďalšou oscilačnou reakciou. Základom je špeciálna variácia *Žabotinského-Belousovej* reakcie a ako katalyzátor sa využívajú mangátnaté soli. Samotná reakcia je oxidácia kyseliny malónovej bromičnanovými iónmi v prostredí kyseliny sírovej:



Po uplynutí indukčnej periódy reakcie sa v sústave vytvorí centrá, okolo ktorých sa začínajú vytvárať sústredné kružnice – chemické vlny – pozostávajúce zo sledu modrých a fialových prstencov. Tieto zodpovedajú oxidačným a redukčným zónam reakcie. Okrem chemického základu sa pri tomto pokuse uplatňuje difúzia, teda samovoľný pohyb častíc z prostredia s vyššou koncentráciou do prostredia s nižšou koncentráciou. Vytvorenie centra vlny nemusí však byť náhodné, je ho možné vyvolať elektrickým impulzom pomocou striebornej anódy.

CHEMIKÁLIE

Roztok A Do 100 ml kadičky dajte:

- 2 ml 96% kyseliny sírovej rozpustenej v 67 ml vody,
- a 5 g bromičnanu sodného.

Roztok B V 10 ml odmernej banke so 7 ml vody rozpustite:

- 1 g bromidu sodného,
- a roztok doplňte destilovanou vodou na objem 10 ml.

Roztok C V 10 ml odmernej banke so 7 ml vody rozpustite:

- 1 g kyseliny malónovej,
- a roztok doplňte destilovanou vodou na objem 10 ml.

Roztok D V 50 ml odmernej banke rozpustite:

- 0,343 g heptahydrátu síranu železnatého v 10 ml vody,
 - 0,743 g fenantrolínu,
- a roztok doplňte destilovanou vodou na objem 50 ml.

POMÔCKY

odmerné banky, pipety, balóniky, kadičky, Petriho miska

BEZPEČNOSŤ



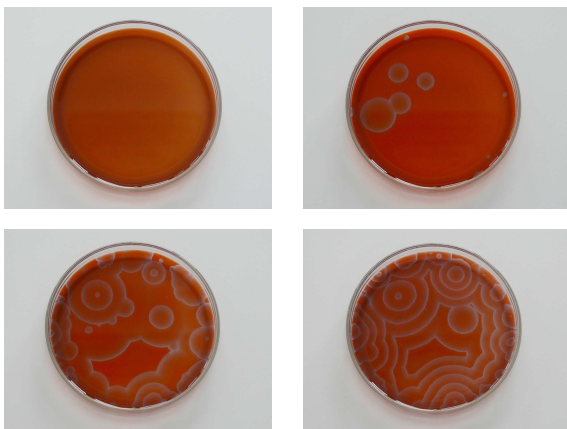
Do 25 ml kadičky odpipetujte 6 ml *roztoku A*, 0,5 ml *roztoku B* a 1 ml *roztoku C*. Potom je potrebné počkať, až sa roztok odfarbí, inak vznikne zrazenina brómovaného fenantrolínu, pretože sa v roztoku krátko po zliatí vylučuje bróm. Nakoniec pridajte 1 ml *roztoku D*.

Celý roztok dôkladne premiešajte a pomaly prelejte do Petriho misky. Po krátkom čase môžete pozorovať vznik centier, okolo ktorých sa vytvárajú sústredné kružnice – *chemické vlny*. Ak už roztok doreagoval, môžete obnoviť jeho funkciu jednoduchým premiešaním, po ktorom sa celý proces opakuje.

POSTUP



POKUS



Obr. E.3 Vytváranie priestorových farebných vln

E.4 Slonia pasta

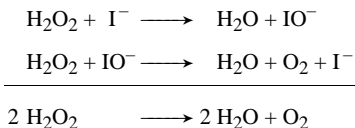


PRINCÍP

Významnou anorganickou látkou je peroxid vodíka. Je to silné oxidačné činidlo, ktoré sa však za bežných skladovacích podmienok pomaly rozkladá na vodu a kyslík. Rozklad je samozrejme možné urýchliť katalyzátormi alebo spomaliť inhibítormi. Na katalyzovaný rozklad peroxidu stačí len veľmi malé množstvo katalyzátora a rozklad prebieha dovedy, kým je v sústave prítomný nerozložený peroxid vodíka.

Katalyzátorom rozkladu peroxidu vodíka môže byť manganistan draselný či jodid draselný. A práve rozklad peroxidu vodíka jodidom draselným je základom pokusu. Stačí k tejto kombinácii látok pridať *penivú látku*, teda saponát a kyslík vznikajúci pri rozklade peroxidu vytvorí z roztoku saponátu veľké množstvo peny z ktorej sa *parí*, pretože druhým produktom rozkladu je vodná para.

Mechanizmus rozkladu spoločne s celkovou rovnicou rozkladu peroxidu vodíka môžeme vyjadriť nasledovnou reakčnou schémou:



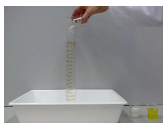
CHEMIKÁLIE

peroxid vodíka (30 – 35% roztok), jodid draselný, saponát

POMÔCKY

odmerný valec, kadička, plastová misa s vysokým okrajom (*lavór*)

BEZPEČNOSŤ

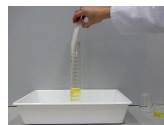


POSTUP

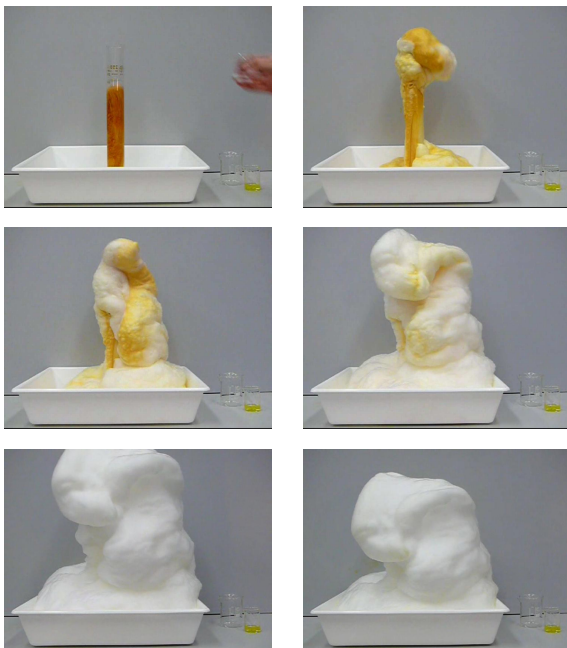
Pred pokusom si pripravte dostatočne veľký pracovný priestor a položte naň misu (najmenej s rozmermi 30 × 30 cm a s vyšším okrajom, aby pena *nevytiekla* von). Do stredu misky postavte odmerný valec s objemom 250 ml.

Do odmerného valca nalejte približne 50 ml 30% roztoku peroxidu vodíka (používajte rukavice, lebo peroxid necháva na prstoch biele škvrny). Do peroxidu vo valci pridajte asi 20 ml saponátu a do 50 ml kadičky si pripravte asi 2 – 3 lyžičky jodidu draselného.

Teraz rýchlo nasypťe jodid draselný do odmerného valca s pripraveným roztokom. Vo valci nastane okamžite rozklad peroxidu vodíka a vznikajúci kyslík spôsobí intenzívny vývoj peny zo saponátového roztoku. Obsah *vy-
pení* von a zachytí sa v pripravenej mise.



POKUS



Obr. E.4 Príprava slonej pasty

E.5 Dôkaz redukujúcich cukrov



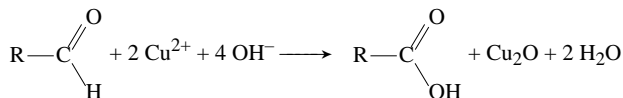
PRINCÍP

Cukry delíme na dve základné skupiny – *aldózy* a *ketózy*. Prvá skupina cukrov obsahuje aldehydickú skupinu v molekule, pre druhú je typická prítomnosť funkčnej skupiny ketónov. Prítomnosť aldehydickej skupiny je znakom redukčných vlastností látky a táto vlastnosť sa využíva pri dôkaze cukrov obsahujúcich túto skupinu. Typickým predstaviteľom aldóz je cukor nazývaný glukóza.

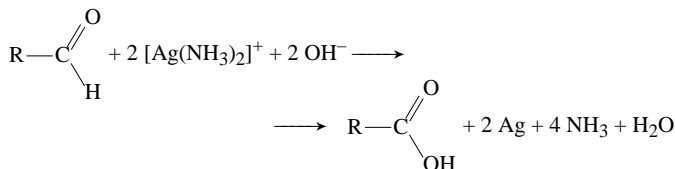
Jej prítomnosť sa dá dokázať dvomi činidlami – *Fehlingovým* a *Tollensovým*. Reakcie obidvoch činidiel sú založené na oxidácii aldehydickej skupiny a redukcii pôsobiaceho činidla. Z Fehlingovho činidla sa vyredukuje oranžový oxid meďný a z Tollensovho striebro, ktoré často vytvorí na vnútornej strane nádoby *zrkadlo*. Klasické aldehydy tiež redukujú obidve činidlá, ale v prípade Tollensovho činidla nemusí byť výsledok takéhoto dôkazu efektívny, pretože roztok často sčernie a nevytvorí sa strieborné zrkadlo.

Cukry však majú dosť zložitú štruktúru molekuly, preto je potrebné dokazovej reakcii trochu pomôcť, a to zvýšením teploty roztoku, výsledok sa potom dostaví v časovom horizonte jednej až dvoch minút.

Reakcia prebiehajúca pri dôkaze Fehlingovým roztokom sa dá vyjadriť touto rovnicou:



Tollensovo činidlo podobne ako Fehlingov roztok oxiduje funkčnú skupinu aldehydov na kyselinu a samo sa redukuje na kovové striebro:



dusičnan strieborný, čpavková voda, hydroxid sodný, glukóza, vínan sodno-draselný, síran meďnatý

CHEMIKÁLIE

skúmavky, kadičky, odmerné banky, tyčinka, držiak na skúmavky, kahan

POMÔCKY**BEZPEČNOSŤ**

Najprv je potrebné pripraviť Fehlingove roztoky a Tollensovo činidlo.

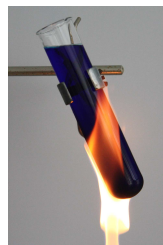
POSTUP

Tollensov roztok pripravte tak, že v 150 ml kadičke rozpustíte 3 g dusičnanu strieborného v 30 ml čpavkovej vody s koncentráciou 25 % (musí sa pridávať dusičnan do čpavkovej vody, nikdy nie naopak!). Po rozpustení dusičnanu pridajte k tomuto roztoku 30 ml 10% roztoku hydroxidu sodného (3 g hydroxidu v 27 ml vody).



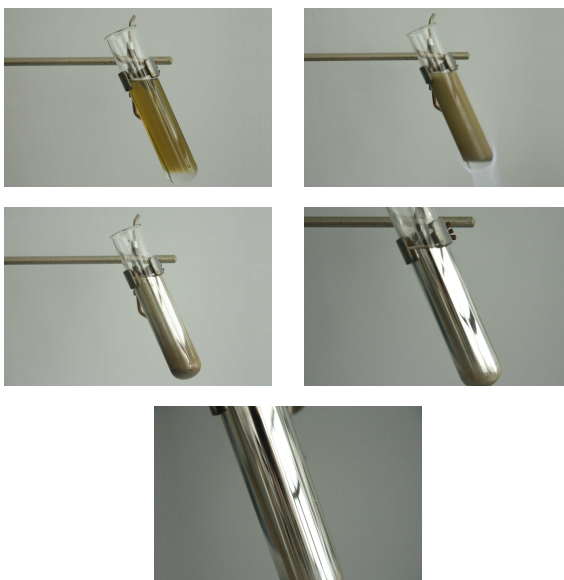
Fehlingove roztoky sú dva a pred použitím sa miešajú v pomere 1:1. *Fehlingov roztok I* pripravte rozpustením 39 g pentahydrátu síranu meďnatého (modrej skalice) v 500 ml odmernej banke. *Fehlingov roztok II* pripravte rozpustením 173 g tetrahydrátu vínanu sodno-draselného (Seignettovej soli) a 60 g hydroxidu sodného v 500 ml odmernej banke.

Teraz je už len potrebné pripraviť roztok glukózy; rozpustíte preto v 150 ml kadičke polovicu lyžičky glukózy v 100 ml vody. Potom v skúmavke zmiešajte rovnaké objemy skúmadla (Fehlingov roztok alebo Tollensovo činidlo) a roztoku glukózy. Skúmavku upevníte do držiaku alebo ju pripevníte na stojan a pomaly zahrievajte kahanom. Za malú chvíľu začne obsah skúmavky tmavnúť a v prípade Fehlingovho roztoku sa vytvorí oranžovo-červená zrazenina oxidu meďného a v prípade Tollensovho činidla sa na stenách skúmavky vytvorí jemný povlak striebra pripomínajúci zrkadlo. (Pozor! Ak potrebujete skúmavku s vylúčeným striebrom očistiť, použijete koncentrovanú kyselinu dusičnú!)



POKUS

Obr. E.5 Dôkaz glukózy Fehlingovým činidlom

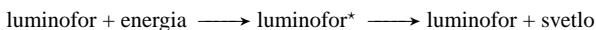


Obr. E.6 Dôkaz glukózy Tollensovým činidlom

E.6 Luminiscencia



Luminiscencia, alebo tiež svetielkovanie, je emitácia viditeľného elektromagnetického žiarenia, ktoré vzniká pri fyzikálnych, chemických či biologických dejoch. Tento jav funguje iba vtedy, ak príde k dodaniu energie látke nazývanej luminofor. Táto energia spôsobí prechod luminoforu do excitovaného stavu. Do pôvodného energetického stavu sa luminofor dostane vyžiarení svetla. Princíp vzniku luminiscencie je jednoduchý:



Existuje niekoľko druhov luminiscencie – chemiluminiscencia, fotoluminiscencia, triboluminiscencia ... Luminiscencia má veľký význam v praxi, veď napríklad dnes už každý pozná žiarivky, ktoré sú typickým príkladom využitia luminiscencie – UV žiarenie produkované ortuťovou výbojkou sa zviditeľňuje na vrstve luminoforu na vnútornom povrchu žiarivky. Luminiscencia sa však dá tiež využiť na veľmi efektívne pokusy.

Chemická luminiscencia je založená na získavaní energie z oxidačno-redukčných reakcií organických látok. Asi najznámejšou látkou, ktorá je schopná svetielkovať chemickej reakcie zaistiť, je *luminol*, chemicky 5-amino-2,3-dihydro-ftalazín-1,4-dión. Na svoje *rozžiarenie* potrebuje len vhodnú reakciu v prítomnosti katalyzátora, napríklad peroxid vodíka v zásaditom prostredí a železité ióny.

PRINCÍP

Roztok A V 500 ml odmernej banke s 50 ml vody rozpustite:

- 0,2 g luminolu,
 - 10 ml 10% roztoku NaOH,
- a roztok doplňte na objem 500 ml vodou.

CHEMIKÁLIE

Roztok B V 500 ml odmernej banke s 50 ml vody rozpustite:

- 1,5 g hexakynoželezitanu draselného,
 - 2 ml 30% roztoku peroxidu vodíka,
- a roztok doplňte na objem 500 ml vodou.

Indikátory V 100 ml odmernej banke s 20 ml vody rozpustite:

- 0,2 g indikátora (fluoresceín, eosín, rodamín B),
 - 10 ml 10% roztoku NaOH,
- a roztok doplňte na objem 100 ml vodou.

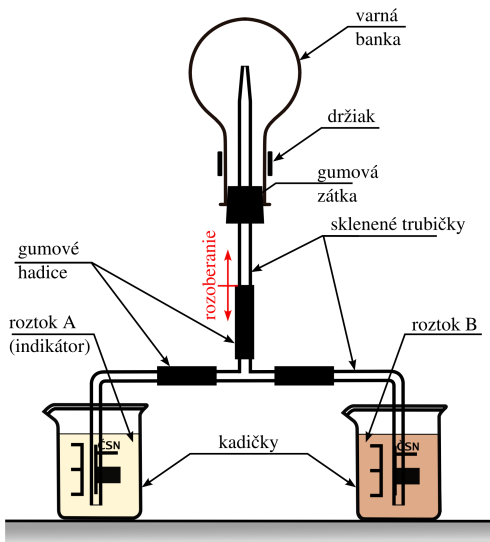
POMÔCKY

kadičky, banky, odmerné banky, tyčinky, hadice, trubičky, gumové zátky

BEZPEČNOSŤ**POSTUP**

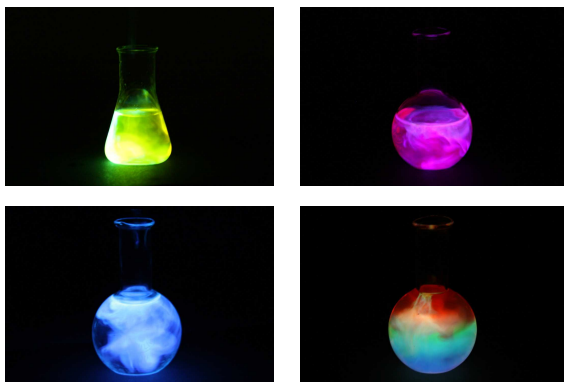
Najprv pripravte dva roztoky – A a B. Potom v tmavej miestnosti zmiešajte tieto dva roztoky vo vhodnej nádobe (kadičky, banky) v pomere 1:1. Dochádza pritom k reakcii a vzniku chemickej luminiscencie modrej farby. Pre zvýšenie efektu luminiscencie, prípadne na zmenu sfarbenia emitovaného svetla môžete použiť indikátory - fluoresceín (žlto-zelené sfarbenie), rodamín B (tmavočervené) alebo eosín (fialové).

Okrem takéhoto pokusu ešte môžete skúsiť čpavkovú luminiscenčnú fontánu. Pripravte aparáturu podľa obrázku E.7 s 250 ml varnou bankou a 150 ml kadičkami. Banku naplňte plynným čpavkom – rozoberte aparáturu na označenom mieste, vyberte zátku s trubicou a do banky nalejte malé množstvo čpavkovej vody. Potom ju zohrejte, aby sa voda vyparila a v banke останú len pary čpavku. Obráťte ju dnom hore a pripravte aparáturu. Konce dvoch trubičiek dajte do roztoku A a B a v tmavej miestnosti pozorujte, ako do banky prúdia obidve kvapaliny, reagujú a roztok svieti.

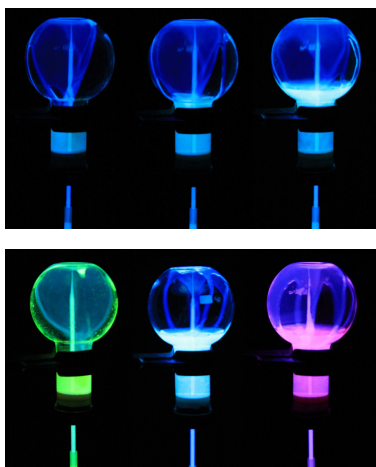


Obr. E.7 Aparatúra pre luminiscenčnú amoniakovú fontánu

POKUS



Obr. E.8 Luminiscencia v bankách



Obr. E.9 Luminiscenčná fontána

Kapitola F

Chemické prvky v pokusoch

Veľa ľuďom sa pri slove *chémia* pred očami objaví tabuľka, ktorú ako prvý zostavil v roku 1869 D. I. Mendelejev. Obsahuje chemické prvky, teda niečo, čo sa už ďalej nedá chemickými postupmi deliť (fyzikálnymi to ide). Ich umiestnenie v tabuľke odrzkadľuje periodicitu vlastností jednotlivých skupín prvkov.

Prvky môžu reagovať tak medzi sebou ako aj s inými zlúčeninami. Tieto reakcie sú zvyčajne zaujímavé, pretože sú to oxidačno-redukčné reakcie, pri ktorých dochádza často aspoň k zmenám farby reagujúcich látok, v lepšom prípade je reakcia rýchla a búrlivá, čo je v podstate základ pre zaujímavý pokus ...

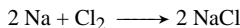
																		19	20																																																																																																																																		
																		(19)	(20)																																																																																																																																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																				
(1)	(2)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)																																																																																																																																				
1	H																	3	Li	4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																																																																																																																				
2	He																	11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																																																																																																																				
3	Li	4	Be																	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr																																																																																														
4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe																																																																																				
5	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn																																																						
6	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
7	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn		
8	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn				
9	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn						
10	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn								
11	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn										
12	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn												
13	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn														
14	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn																
15	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn																		
16	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn																				
17	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir																																								

F.1 Príprava kuchynskej soli z prvkov

PRINCÍP

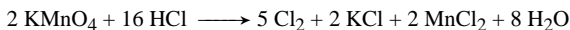
Chlorid sodný (*kuchynská soľ*) je zlúčenina, ktorá má veľký význam nielen pre priemysel, ale aj pre život. Jej získavanie je založené na ťažení minerálu *halit*, ale existujú aj chemické postupy prípravy, pričom jedným z najzaujímavejších je syntéza z prvkov.

Ide o pomerne nebezpečnú, ale veľmi efektnú reakciu, ktorá sa dá opísať nasledovnou rovnicou:



Reakcia je samovoľná a veľmi exotermická, preto sa realizuje na nehorľavom podklade (piesok), nie je však samoiniciačná. V prostredí chlóru sa na povrchu sodíka totiž vytvára vrstvička chloridu, ktorý bráni ďalšej reakcii. Ak sa však na jeho povrch v atmosfére chlóru dostane kvapka vody, jej reakcia so sodíkom vytvorí teplo, ktoré iniciuje syntézu sodíka a chlóru, pričom obsah banky *intenzívne svieti*.

Pre túto syntézu je tiež dôležitá príprava chlóru. Ním sa plní banka, v ktorej bude prebiehať syntéza. V laboratórnych podmienkach sa dá chlór najjednoduchšie pripraviť reakciou manganistanu draselného, prípadne chlórového ho vápna s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou podľa rovnice:



CHEMIKÁLIE

manganistan draselný, hydroxid draselný, kyselina chlorovodíková, sodík

POMÔCKY

oddeľovací lievik, varná banka, frakčná banka, premývačka, hadice, sklené trubičky, gumové zátky, piesok, striekačka

BEZPEČNOSŤ

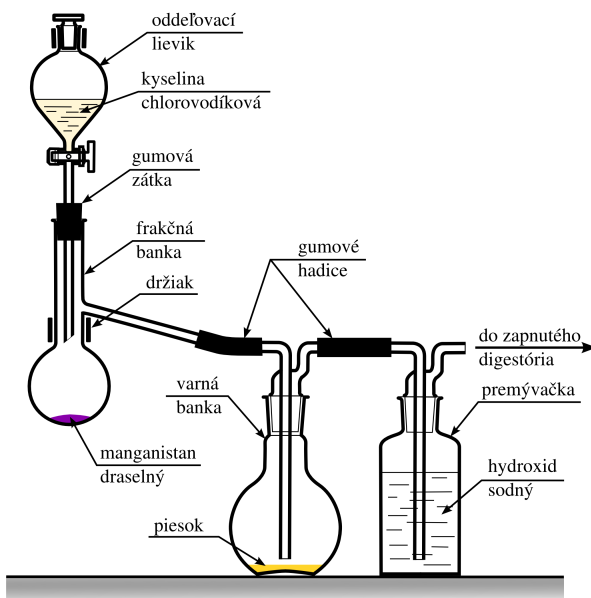


POSTUP

Tento pokus je veľmi nebezpečný, preto je treba bezpodmienečne dodržiavať pracovný postup a musíte pracovať v ochrannom odevu, v rukaviciach, s okuliarmi. Ak je to možné, pracujte v zapnutom digestériu!



Najprv je potrebné naplniť banku pre syntézu plynným chlóróm. Ten sa dá bezpečne pripraviť napríklad v aparátúre, ktorej schematické zobrazenie je na obrázku *F.1*. Pripravte si čistú a suchú 500 ml varnú banku. Na jej dno nasypete asi 1 cm vrstvu suchého piesku (nesmie byť vlhký) a zostavte aparátúru. Do 100 ml frakčnej banky dajte polovicu lyžičky manganistanu draselného a do jej hrdla dajte gumovú zátku, v ktorej je oddeľovací lievik. Premývačku na zachytávanie chlóru naplňte roztokom hydroxidu dra-



Obr. F.1 Aparatúra pre prípravu chlóru na syntézu chloridu sodného

selného s koncentráciou 15 – 20 % (asi 45 g hydroxidu v 200 ml vody). Zapnite digestórium a do oddeľovacieho lievika dajte koncentrovanú kyselinu chlorovodíkovú (asi 50 – 100 ml) a pomaly ju prikvapkávajte na manganistan vo frakčnej banke. Obsah začne peniť a za malú chvíľu sa začne banka s pieskom zaplňať žltým plynom. Ak sa už sfarbenie plynu v banke nemení, vyberte banku z aparatury a dôkladne ju zazátkujte. Dajte pritom pozor, aby sa nerozbila niektorá časť aparatury. Na miesto banky, ktorú ste z aparatury zobrali, dajte spodnú časť premývačky. Po doreagovaní manganistanu s kyselinou opatrne rozoberte aparaturu v digestóriu a všetky časti aparatury umyte pod tečúcou vodou (pozor na chlór, pracujte veľmi opatrne!).

Po vyčistení digestória, položte banku naplnenú chlóróm na kus filtračného papiera. Pripravte si gumovú zátku, cez ktorú prevlečte sklenenú trubičku s dĺžkou asi 20 cm (konce musia byť otavené, aby ste sa neporezali). V digestóriu si pripravte a očistite kúsok sodíka (maximálne vo veľkosti 3 mm) a opatrne do neho zatlačte koniec trubičky (po nasadení zátky na banku musí byť vnútri banky). Banku s chlóróm odzátkujte a na jej miesto dôkladne nasadíte zátku s trubičkou a sodíkom. Cez trubičku potom špajľou



opatrne uvoľníte sodík tak, aby spadol na piesok pod trubičkou. Teraz opatrne pomocou striekačky dopravte malé množstvo vody do banky cez trubičku tak, aby kvapla na sodík. Tým príde k iniciácii a sodík následne *zhorí* v atmosfére chlóru za vývoja veľkého množstva tepla a svetla na kuchynskú soľ.

POKUS

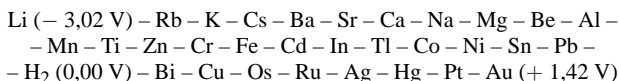


Obr. F.2 Zlučovanie chlóru so sodíkom

F.2 Príprava kryštallického striebra

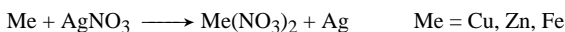


Čisté kovy sa dajú v laboratórnych podmienkach pripraviť niekoľkými spôsobmi, najčastejším je vylučovanie kovov na základe ich elektrochemických potenciálov oxidačno-redukčnými reakciami s kovmi. Môžeme tak z roztoku získať kov, ktorý má pozitívnejší potenciál (*elektrochemicky ušľachtilejší*) ako kov, ktorý sa v ňom rozpúšťa. Porovnanie hodnoty elektrochemického potenciálu kovov sa dá vyčítať z ich *elektrochemického radu*:



Na základe elektrochemických potenciálov sa často pripravuje med' *cementáciou*, keď sa v roztoku modrej skalice rozpúšťa práškový zinok či železo a vznikajú malé kryštálky medi.

Tento princíp získavania kovov sa dá využiť na efektný pokus – vylučovanie kryštálov striebra. Kryštálky striebra vznikajú vždy, ale aby boli viditeľné voľným okom či mikroskopom, je potrebné zvoliť čo najnižšiu koncentráciu roztoku strieborných iónov. Rýchlosť reakcie by teda mala byť čo najnižšia, aby kryštálky striebra mohli pokojne narastať podľa nasledovnej rovnice:



dusičnan strieborný, kúsky medených drôtikov

Petriho miska, kadička, výhodou je mikroskop s pripojením na počítač



CHEMIKÁLIE

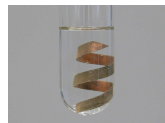
POMÔCKY

BEZPEČNOSŤ

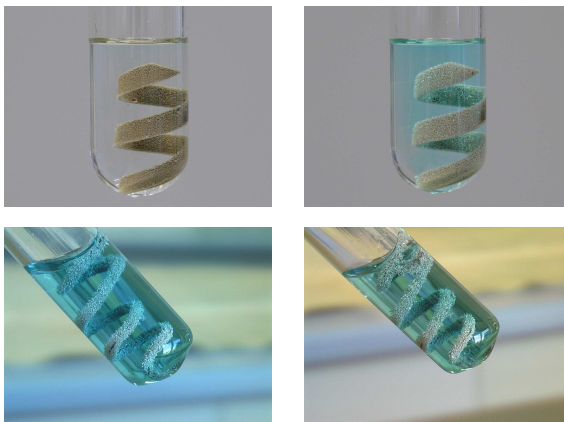
Pokus robte robiť v rukaviciach, pretože roztok dusičnanu strieborného necháva na prstoch hnedé škvrny oxidu strieborného, ktoré sa ťažko odstraňujú!

Najprv pripravte v 50 ml kadičke 1% roztok dusičnanu strieborného rozpustením 0,1 g dusičnanu strieborného v 10 ml vody. Na stôl položte Petriho misku, vložte do nej kúsok medeného drôťku (môže byť aj železný alebo zinkový) a potom nalejte roztok dusičnanu strieborného.

Asi po 10 – 20 minútach môžete pozorovať vývoj kryštálikov striebra, ktoré pokrývajú povrch drôťku. Pre lepšie pozorovanie použite mikroskop, ktorý môže byť pripojený aj na počítač.



POKUS



Obr. F.3 Vytváranie striebra na povrchu medenej špirály



Obr. F.4 Tvorba striebra pod mikroskopom

F.3 Alkalické kovy vo vode



V prvej skupine periodickej tabuľky nájdeme okrem vodíka aj kovy, všeobecne nazývané alkalické. Patria sem lítium, draslík, rubídium a cézium (francium je rádioaktívne a zatiaľ bolo vyrobených len pár stotisíc atómov). Tieto kovy sú mimoriadne reaktívne a veľmi rady poskytujú svoj elektrón nachádzajúci sa na valenčnej vrstve inému prvku.

Reaktivita alkalických kovov sa zvyšuje so stúpajúcim atómovým číslom a ich reakcie (snáď okrem lítia) sú veľmi búrlivé a často končia dejom pripomínajúcim výbuch. Neobyčajne ochotne reagujú s vodou, rýchlosť reakcie začína na časovom intervale pár desiatok sekúnd pri lítiu a sodíku, končiac zlomkami sekúnd v prípade rubídia a cézia. Reakčné teplo je tak veľké, že spôsobí roztavenie kovu, reakcia draslíka, rubídia a cézia už spôsobuje vznietenie vznikajúceho vodíku. V prípade väčšieho množstva reagujúceho kovu sa priebeh reakcie môže podobáť výbuchu ručného granátu vo vode.

Reakcia s vodou je oxidačno-redukčná za vzniku alkalického hydroxidu a vodíka a prebieha podľa nasledovnej všeobecnej rovnice:



sklená kryštalizačná miska, nôž, filtračný papier, pinzeta

sodík, draslík, fenolftaleín (1% roztok)



Pri pokuse bezpodmienečne používajte ochranné rukavice, plášť a okuliare alebo štít!!!

Do sklenej kryštalizačnej misky nalejte do polovice objemu destilovanú vodu. Vody musí byť dostatok, v prípade malého množstva môže prísť k vyprsknutiu alebo až k menšiemu výbuchu! Do vody v miske kvapnite roztok indikátora (najlepšie sú 2 – 3 kvapky 1% roztoku fenolftaleínu) a umiestnite ju do digestória alebo za väčší kus skla.

Prípravte si kus filtračného papiera, na ktorý položte fľašu s kovom. Potom v rukavičkách pomocou pinzety vyberte menší kusok kovu a osušte ho pripraveným kusom filtračného papiera. Následne držte kov na papieri pomocou pinzety a nožom orežte jeho hrany tak, aby bol jeho celý povrch očistený. Jeho najväčší rozmer by mal byť na úrovni 2 – 3 mm.

PRINCÍP

POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

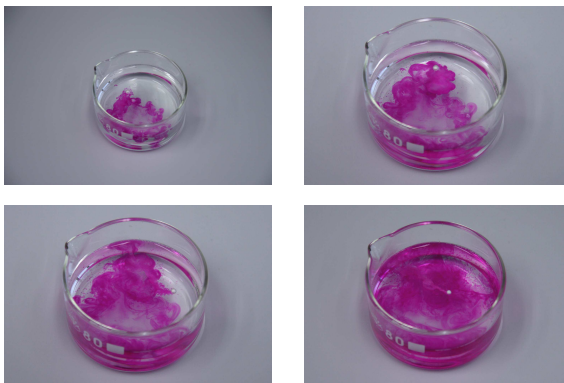
BEZPEČNOSŤ

POSTUP

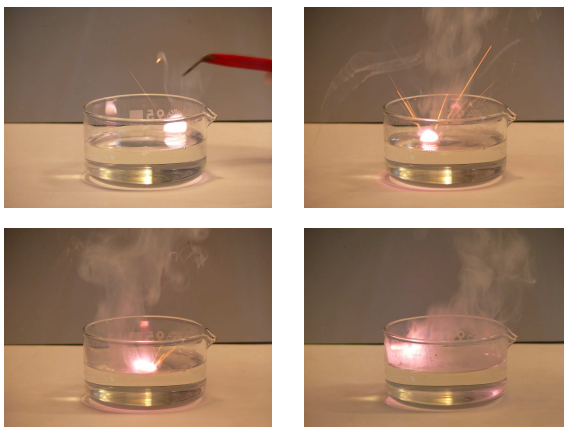


Potom opatrne vhodíte do pripravenej misky kov a pozorujete reakciu. V prípade sodíka sa vytvorí *syčiaci* guľička plávajúca na hladine, v prípade draslíka táto guľička ešte horí fialovým plameňom.

POKUS



Obr. F.5 Reakcia sodíka s vodou



Obr. F.6 Búrlivá reakcia draslíka s vodou

Použité nebezpečné chemikálie

Najpodstatnejšou súčasťou chemických pokusov sú chemikálie. Majú však rôzne vlastnosti a niektoré chemikálie sú veľmi nebezpečné. V pokusoch v tejto brožúre sa tiež využívajú takéto chemikálie a pre bezpečnú prácu s nimi je potrebné poznať nielen ich vlastnosti, ale aj to, ako s nimi manipulovať či ako riešiť vzniknuté nebezpečné situácie.

Preto je v tejto časti zoznam chemikálií použitých v pokusoch v brožúre, ktoré majú významné nebezpečné vlastnosti, o ktorých je nutné vedieť, ako s nimi pracovať a ako eliminovať pôsobenie ich nebezpečenstiev. Samozrejmosťou je, že pri akomkoľvek nebezpečnom kontakte s chemickou látkou (nadýchanie, požitie, poleptanie) je nevyhnutné okamžite vyhľadať lekársku pomoc.



Adipoyl chlorid

$$M_h = 183,03 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 1,26 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_v = 106 \text{ }^\circ\text{C} @ 2 \text{ mm Hg}$$



nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch
 požitie: nič nepodať ani nevyvolávať zvracanie
 do príchodu lekára
 poleptanie: pokožku umyť veľkým množstvom
 vody



D.3 (str. 52)

ostrý zápach, veľmi reaktívna a žieravá látka

Cyklohexán

$$M_h = 84,160 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 0,779 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 6,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad \star T_v = 80,74 \text{ }^\circ\text{C}$$

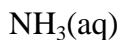


nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch
 požitie: nevyvolávať zvracanie, nič nepodávať
 zasiahnutie pokožky: umyť vodou



D.3 (str. 52)

spôsobuje vysušovanie pokožky, môže spôsobiť požiar

Čpavková voda

$$M_h = 17,031 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 0,91 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w = 0,25$$

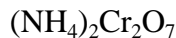


nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch
 požitie: vypiť vodu alebo mlieko
 poleptanie: umyť pod prúdom vody



B.1 (str. 24), E.5 (str. 64)

ostrý a štipľavý zápach, slabá zásada

Dichróman amónny

$M_h = 252,07 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 2,115 \text{ g cm}^{-3}$
 $T_t = 180 \text{ }^\circ\text{C}$ (rozkl. Cr_2O_3)



požitie: vypiť vodu a vyvolať zvracanie
 poleptanie: umyť vodou



C.1 (str. 30)

karcinogénne pôsobiaci látka

Draslík**K**

$M_h = 39,102 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 0,89 \text{ g cm}^{-3}$
 $T_t = 63,38 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 798 \text{ }^\circ\text{C}$



požitie je životu nebezpečné
 poleptanie: pokožku umyť veľkým množstvom vody



F.3 (str. 77)

skladuje sa pod vrstvou inertnej kvapaliny, nebezpečne reaguje s vodou, vždy používať rukavice a okuliare

Dusičnan bárnatý

$M_h = 261,350 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 3,24 \text{ g cm}^{-3}$
 $T_t = 590 \text{ }^\circ\text{C}$ (rozkl.)



požitie: vypiť vodu a vyvolať zvracanie
 postihnutému dať vypiť suspenziu síranu horečnatého a sodného vo vode



C.6 (str. 40), **C.7** (str. 42)

nesmie prísť do styku ani sa rozotierať s ľahko horľavými látkami

Dusičnan draselný

$$M_h = 101,107 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 2,109 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 334 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 400 \text{ }^\circ\text{C (rozkl. O}_2\text{)}$$



požitie: vypiť vodu a vyvolať zvracanie

C.2 (str. 32)



nesmie prísť do styku ani sa rozotierať s ľahko horľavými látkami (síra, uhlík, ...)

Dusičnan strieborný

$$M_h = 169,875 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 4,35 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 209 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 444 \text{ }^\circ\text{C (rozkl. NO}_x\text{)}$$



požitie: vypiť veľké množstvo vody
poleptanie: pokožku umyť veľkým množstvom vody

E.5 (str. 64), **F.2** (str. 75)



pôsobí deštruktívne pri vdýchnutí na sliznice, požitie sa môže skončiť smrťou, na pokožke zanecháva hnedé škvrny

Etanol

$$M_h = 46,070 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 0,7892 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = -114 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie veľkého množstva látky: vypiť väčšie množstvo vody a vyvolať zvracanie

A.2 (str. 20), **C.1** (str. 30), **C.4** (str. 36), **C.8** (str. 44)
D.1 (str. 48), **E.1** (str. 56)



spôsobuje vysušovanie pokožky, môže spôsobiť požiar

Hexán-1,6-diamín

$$M_h = 116,21 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 0,8477 \text{ g cm}^{-3}$$
$$T_t = 42 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 204 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie: vypiť veľké množstvo vody, ale nevyvolať zvracanie
poleptanie: dôkladne umyť vodou
nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch



D.3 (str. 52)

*pri kontakte s pokožkou spôsobuje popáleniny***Hydroxid draselný**

$$M_h = 56,1056 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 2,044 \text{ g cm}^{-3}$$
$$T_t = 420 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 1\,327 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie: vypiť veľké množstvo vody, ale nevyvolať zvracanie, nesmie sa neutralizovať kyselinou
poleptanie: dôkladne umyť vodou



F.1 (str. 72)

*mimoriadne hygroskopická látka (na vzduchu je schopný vytvoriť roztok), používať rukavice***Hydroxid sodný**

$$M_h = 39,977 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 2,13 \text{ g cm}^{-3}$$
$$T_t = 323 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 1\,388 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie: vypiť veľké množstvo vody, ale nevyvolať zvracanie, nesmie sa neutralizovať kyselinou
poleptanie: dôkladne umyť vodou



D.3 (str. 52), E.1 (str. 56), E.5 (str. 64), E.6 (str. 67)

mimoriadne hygroskopická látka (na vzduchu je schopný vytvoriť roztok), používať rukavice

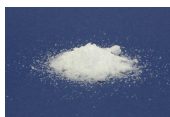
Chlorečnan draselný

$$M_h = 122,553 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 2,34 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 356 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 400 \text{ }^\circ\text{C (rozkl. O}_2\text{)}$$



požitie: vyvolať okamžité zvracanie



C.6 (str. 40)

nesmie prísť do styku ani sa rozotierať s ľahko horľavými látkami (síra, uhlík ...)

Jód

$$M_h = 126,9044 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 4,93 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 113,5 \text{ }^\circ\text{C (subl.)}$$



požitie: vyvolať zvracanie
 nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch
 poleptanie: pokožku umyť veľkým množstvom
 vody



C.3 (str. 34)

sublimuje aj za normálnej teploty, je mimoriadne dráždivý a toxický, spôsobuje popáleniny, používať rukavice

Kyselina dusičná

$$M_h = 63,01 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 1,408 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w = 0,65$$



požitie: vypiť vodu, ale nevyvolať zvracanie
 poleptanie: dôkladne umyť vodou
 nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch



C.8 (str. 44)

má žieravé a oxidačné účinky, pri riedení vzniká veľké množstvo tepla

Kyselina chlorovodíková

$$M_h = 36,461 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 1,185 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w = 0,36$$



požitie: vypiť vodu, ale nevyvolať zvracanie
 poleptanie: dôkladne umyť vodou
 nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch



F.1 (str. 72)

uvoľňujú sa pary chlorovodíku, môže spôsobiť smrť poleptaním

Kyselina sírová

$$M_h = 98,078 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 1,83 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w = 0,98 \quad \star T_v = 337 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie: vypiť vodu, ale nevyvolať zvracanie
 poleptanie: dôkladne umyť vodou



C.4 (str. 36), C.8 (str. 44), E.2 (str. 58), E.3 (str. 60)

pôsobí dehydratačne, pri riedení vzniká veľké množstvo tepla

Manganistan draselný

$$M_h = 158,038 \text{ g mol}^{-1} \quad \star \rho = 2,703 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 240 \text{ }^\circ\text{C (rozkl. O}_2\text{)}$$

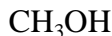


požitie: vypiť veľké množstvo vody



C.4 (str. 36), C.5 (str. 38), D.2 (str. 50), F.1 (str. 72)

*nesmie prísť do styku ani sa rozotierať s ľahko horľavými látkami (síra, uhlík ...),
 na prstoch zanecháva hnedé škvrny*

Metanol

$$M_h = 32,042 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 0,7923 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = -97 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 64,7 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie: vyvolať zvracanie a vypiť väčšie množstvo etanolu
 nadýchanie: zabezpečiť čerstvý vzduch
 zasiahnutie pokožky: umyť vodou



D.1 (str. 48)

oslepnutie môže byť spôsobené inhaláciou alebo požitím 5 ml metanolu, 30 ml spôsobuje smrť, je to evidovaný jed

Peroxid vodíka

$$M_h = 34,015 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 1,1327 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w = 0,35$$



požitie: dať vypiť väčšie množstvo vody
 poleptanie: umyť vodou



E.2 (str. 58), E.4 (str. 62), E.6 (str. 67)

silné oxidovadlo, nesmie prísť do styku s horľavinami a katalyzátormi rozkladu, vysoké koncentrácie sú výbušné

Sodík

$$M_h = 22,9898 \text{ g mol}^{-1} \star \rho = 0,968 \text{ g cm}^{-3}$$

$$T_t = 97,72 \text{ }^\circ\text{C} \star T_v = 883 \text{ }^\circ\text{C}$$



požitie je životu nebezpečné
 poleptanie: pokožku umyť veľkým množstvom vody



F.1 (str. 72), F.3 (str. 77)

skladuje sa pod vrstvou inertnej kvapaliny, nebezpečne reaguje s vodou, vždy používať rukavice a okuliare

Literatúra

FABINI, J. – LIPTHAY, T. – MIKULÁŠEK, S.: *Organická chémia v pokusoch. Príručka pre učiteľov všeobecnovzdelávacích škôl*. 1. vydanie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1955. 184 strán.

HRUBÝ, M.: *Zajímavé chemické pokusy. Verze 2.0*. [pdf-online] 2006 [cit. 2009-09-21]. 58 strán. Dostupný na internete <<http://www.chempok.wz.cz/ZCHP20.pdf>>

Chemical and other safety information from the physical chemistry laboratory [online] Oxford University 2009 [cit. 2009-09-21]. Dostupný na internete <<http://msds.chem.ox.ac.uk/>>

JCE Software: Chemistry Comes Alive! [online] American Chemical Society, Division of Chemical Education, Inc. 2003 [cit. 2009-09-21]. Dostupný na internete <<http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/CCA/cca1.html>>

KUGLEROVÁ, J. a kol.: *Chemický vzdělávací portál*. [online] Gymnázium F. X. Šaldy v Liberci 2003, [cit. 2009-09-21]. Dostupný na internete <<http://chemie.gfxs.cz/>>

LAZAREV N. V.: *Chemické jedy v průmyslu. Díl I. Organické látky*. 1. vydanie. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959. 748 strán.

LAZAREV N. V.: *Chemické jedy v průmyslu. Díl II. Anorganické a organokovové sloučeniny*. 1. vydanie. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959. 484 strán.

PROKŠA, M.: *Chémia a my*. 1. vydanie. Bratislava: MEDIA TRADE – Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1997. 164 strán. ISBN 80-08-02455-0

PROKŠA, M.: *Technika a didaktika školských pokusov z chémie*. 3. prepracované vydanie. Bratislava: Vydavateľstvo UK, 2005. 164 strán. ISBN 80-223-1943-0

Autori: Ing. Richard Kuracina, Ph.D.
Ing. Kristína Gerulová, PhD.
Ing. Ivana Kasalová, PhD.

Názov: Chemické pokusy hravo a zaujímavo

Miesto vydania: Trnava

Vydavateľ: AlumniPress

Rok vydania: 2009

Vydanie: prvé

Rozsah: 89

Edičné číslo: 12/AP/2009

ISBN 978-80-8096-097-1

EAN 9788080960971