

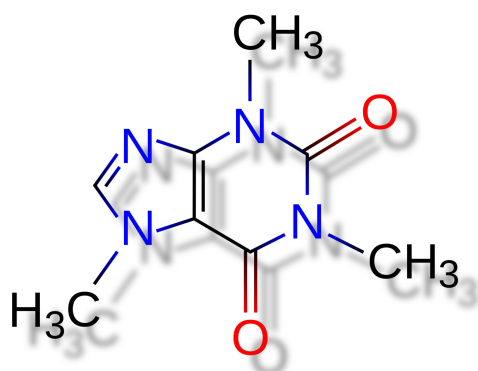
S T U . .
M T F . .



CHÉMIA BLIŽŠIE K ŠTUDENTOM

Richard Kuracina
Kristína Gerulová
Ivana Kasalová

zaujímavé chemické experimenty





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, PhD., Ing. Ivana Kasalová, PhD., 2008

Recenzent: doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

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

Lenka Blinová, Martin Duchoň, Ivana Ďuricová, Jozef Fiala, Slávka Filická, Kristína Gerulová, Jozef Harangozó, Vlasta Haviarová, Tomáš Chrebet, Ivana Kasalová, Richard Kuracina

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

Sadzba – Richard Kuracina. Publikácia je sádzaná v systéme \LaTeX , verzia 3.1415926-1.40.9 písmom *Times* v upravenej triede *thesis* (vytvorenej Wenzelom Matiaske v roku 1995).

ISBN 978-80-8096-078-0 EAN 9788080960780

Obsah

1. Úvod	9
O projekte	11
2. Bezpečnosť pri práci v chemickom laboratóriu	13
2.1 Základné pravidlá bezpečnej práce v laboratóriu	13
2.2 Chemické laboratórium	14
2.2.1 Zabezpečenie laboratória	14
2.2.2 Ochrana ľudí pracujúcich v laboratóriu	14
2.2.3 Zariadenia a aparatury	16
2.2.4 Chemikálie	16
2.3 Riziká pri práci s chemickými látkami	17
2.3.1 Horľavé chemikálie	17
2.3.2 Výbušné chemikálie	18
2.3.3 Oxidujúce chemikálie	19
2.3.4 Žieraviny	19
2.3.5 Škodlivé a jedovaté chemikálie	20
2.3.6 Dráždivé chemikálie	20
2.3.7 Karcinogény	20
2.4 Zvládanie rizikových situácií	21
2.4.1 Požiar	21
2.4.2 Únik plynnej látky	21
2.4.3 Únik kvapalnej a pevnej látky	22
2.5 Prvá pomoc	22
2.5.1 Popáleniny	22
2.5.2 Chemikálie na pokožke	22
2.5.3 Chemikálie v oku	23
2.5.4 Poranenie	23

2.5.5	Požitie chemikálie	23
2.6	Zhrnutie	24
3.	Zaujímavé chemické experimenty	25
P 1	Dichrómanová sopka	25
P 2	Horiace písmo	27
P 3	Tajné písmo I	29
P 4	Tajné písmo II	31
P 5	Modrá banka	33
P 6	Jódové hodiny	35
P 7	Chemické vlny	37
P 8	Rozlíšenie metanolu od etanolu	39
P 9	Alkalické kovy vo vode	41
P 10	Oheň z vody	43
P 11	Blesky v skúmavke	45
P 12	Samozápalný glycerín	47
P 13	Slonia pasta	49
P 14	Amoniaková fontána	51
P 15	Horúci ľad	53
P 16	Hovienko v skúmavke	55
P 17	Príprava kryštallického striebra	57
P 18	Bengálske ohne	59
P 19	Dôkaz redukujúcich cukrov	61
P 20	Príprava kuchynskej soli z prvkov	64
P 21	Vianočná prskavka	67
4.	Zoznam používaných chemikálií	69
CH 1	bromičnan sodný	69
CH 2	bromid sodný	70
CH 3	čpavková voda	70
CH 4	dextrín	71
CH 5	dichróman amónny	71
CH 6	draslík	72
CH 7	dusičnan báratý	72
CH 8	dusičnan draselný	73

CH 9	dusičnan strieborný	73
CH 10	dusičnan strontnatý	74
CH 11	dusičnan železitý	74
CH 12	etanol	74
CH 13	fenantrolín	75
CH 14	fenolftaleín	75
CH 15	glukóza	76
CH 16	glycerol	76
CH 17	hexakynoželeznatan draselný	77
CH 18	hliník	77
CH 19	hydroxid draselný	77
CH 20	hydroxid sodný	78
CH 21	chlorečnan draselný	78
CH 22	jód	78
CH 23	jodičnan draselný	79
CH 24	jodid draselný	79
CH 25	kyselina boritá	80
CH 26	kyselina chlorovodíková	80
CH 27	kyselina malónová	81
CH 28	kyselina sírová	81
CH 29	manganistan draselný	81
CH 30	meď	82
CH 31	metanol	82
CH 32	metylénová modrá	83
CH 33	octan sodný	83
CH 34	peroxid vodíka	83
CH 35	sacharóza	84
CH 36	síran mangánatý	85
CH 37	síran meďnatý	85
CH 38	síran železnatý	85
CH 39	sodík	86
CH 40	škrob	86
CH 41	tiokyanatan draselný	87
CH 42	tymolftaleín	87

CH 43	uhličitan sodný	88
CH 44	vínan sodno-draselný	88
CH 45	železo	88
5.	Používané laboratórne pomôcky	91
	Literatúra	93
	Zoznam zdrojov obrázkov	95

Zoznam skratiek a 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



minimálna náročnosť, nie sú potrebné znalosti práce v laboratóriu



mierna náročnosť, na realizáciu pokusu sú požadované základné znalosti práce v laboratóriu



stredná náročnosť, pre úspešné zvládnutie je žiadúce poznať princíp pokusu a prácu v laboratóriu



vyššia náročnosť, je nutné mať osvojené návyky práce v laboratóriu, prítomnosť skúsenej osoby môže byť výhodou



vysoká náročnosť, na zvládnutie pokusu je vyžadované dokonale poznať prácu v laboratóriu, respektíve je potrebná prítomnosť zodpovednej osoby so skúsenosťami



čas potrebný na realizáciu experimentu

1^m

v minútach

1^h

v hodinách

1^d

v dňoch



pevná látka



kvapalná látka

KAPITOLA 1

Úvod

Pred časom na začiatku projektu APVV sme stáli pred rozhodovaním, čo všetko zahŕňa spojenie *Veda bližšie k študentom* a ako vlastne študentom vedu priblížiť. Pretože naším pracoviskom je *Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva MTF STU* a máme k dispozícii chemické laboratóriá, využili sme príležitosť a aj s finančnou pomocou projektu sme rozbehli aktivity zamerané na priblíženie chémie stredoškolským študentom zaujímavým a pútavým spôsobom. Nakoniec padla voľba na zaujímavé chemické experimenty.

Ak sa rozhlíadneme vôkol seba, všade môžeme nájsť chémiu. Chémia je veda, s ktorou sa stretávame denne, pričom si to ani neuvedomujeme. S čímkoľvek prichádzame do styku je v podstate chémia, od tak bežných vecí ako sú prísady do jedál, cez kozmetiku a pri pohonných hmotách končiac. Samozrejme, chémia ako taká nekončí pri ľudských potrebách, ale aj samotná príroda je v podstate obrovský chemický stroj, v ktorom všetko súvisí so všetkým a bez niektorej súčasti by sa tento stroj zasekol alebo rozsypal.

V chémii sa môžeme stretnúť s *chemickými reakciami*. Pod chemickou reakciou si fyzici a chemici predstavujú okrem iných aj rôzne kvantové javy prebiehajúce v mikrokozme, v podstate však ide o výmenu a zdieľanie elektrónov vo valenčných vrstvách atómov. Podľa povahy atómov môže byť táto výmena a zdieľanie uskutočnená veľmi rýchlo, inokedy zase pomaly, niektoré reakcie potrebujú na výmenu elektróny ďalších atómov, ktoré pomáhajú prekonávať bariéry pri reakciách. V tejto brožúre sa môžete stretnúť s niektorými chemickými reakciami, ktoré sme vybrali z tejto *elektrónovej džungle*, no tiež sa tu stretnete s fyzikálnymi dejmi. Sú tu popísané základné princípy fungovania pokusov, tiež postupy, pomôcky a aké riziká pri nich hrozia. K pokusom je tiež pripojený priebeh vo forme fotografií, pričom základnou charakteristikou všetkých tu uvedených pokusov je, že sú niečím zaujímavé.

Vizuálne zaujímavých chemických reakcií je nepreberné množstvo. Nie všetky majú hlboký praktický význam, ale vo svojej dobe plnili, a niektoré ešte stále plnia svojim vedeckým potenciálom stránky časopisov a kníh. Líšia sa hlavne náročnosťou či dostupnosťou chemikálií, ale v neposlednom rade aj rizikami. Pretože je bezpečnosť prvoradá, sú tu len pokusy, ktoré sú pri dodržaní pravidiel správania v laboratóriu a pracovného postupu bezpečné a nemalo by prísť k nehodám, teda nie sú tu pokusy ako vyrábať výbušniny či úspešne zakladať požiare!

Všetky pokusy, ktoré sú opísané v tejto publikácii sú skutočne vyskúšané a fungujú bez problémov. Snažili sme sa naše poznatky preniesť do časti pracovný postup tak, aby sa aj prípadným *mladým chemikom* ich realizácia podarila na prvý krát. Pokusy sú volené tak, aby neboli veľmi náročné a ich realizáciu by mal zvládnuť každý študent strednej školy (najnáročnejšia je syntéza kuchynskej soli) pod dozorom zodpovednej osoby. Rovnako tak sme sa snažili, aby výber potrebných chemikálií a laboratórnych pomôcok nebol finančne náročný. Ich zoznam v druhej časti publikácie tak nie je zoznamom, ktorý musí byť prístupný v každom laboratóriu, ale ak je nutné nakúpiť niektoré z uvedených chemikálií či pomôcok, väčšinou nie je nutné *vybieliť* účet strednej školy.

Publikácia je rozdelená na tri základné časti. V prvej časti sú uvedené zásady bezpečnej práce v chemickom laboratóriu. Hlavnou časťou je kapitola 3 opisujúca 21 zaujímavých pokusov. Všetky pokusy sú odskúšané a fotograficky zaznamenané. Okrem týchto fotografií však práca obsahuje ilustračné fotografie, ktorých zdroj je uvedený na konci práce. Všetky chemikálie potrebné pre pokusy, najmä čo sa týka vlastností a rizika práce s nimi, sú uvedené v kapitole 4, spoločne aj s vyobrazením najzákladnejších laboratórnych pomôcok v kapitole 5. Dúfame, že táto brožúra zaujme každého čitateľa a rovnako tak poukáže na zaujímavosť niektorých chemických reakcií a splní svoj účel deklarovaný v názve, *Chémia bližšie k študentom*. Prajeme veľa zábavy pri chemických pokusoch ...

autori

O projekte

Projekt *APVV LPP 0202-06 Veda bližšie k študentom* umožňuje študentom stredných škôl zo západoslovenského regiónu navštíviť niektoré pracoviská vysokej školy. Počas návštevy môžu vidieť a dozvedieť sa niečo o tom, že veda nie je len niečo bežné a nezaujímavé, ale že veda sú aj zaujímavé javy a experimenty, ktoré často stáli pri zrode vedeckých disciplín, medzi ktoré sa zaraďuje aj chémia. Aj samotný projekt je založený na vedeckom skúmaní, jeho prioritou je trochu priblížiť vedecké bádanie mladej generácii, ktorá bude riešiť vedecké problémy v blízkej budúcnosti. Praktická časť projektu prebieha na Ústave bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva MTF STU so sídlom v Trnave v dvoch *chemických laboratóriách* a *Solárnom laboratóriu*.



Cieľom stretnutí so študentami je prebudiť v nich dušu bádateľa. Počas stretnutí zároveň zisťujeme, aký majú mladí ľudia postoj k vede a či ich experimentálny a prehliadkový program projektu dokázal inšpirovať. Naším cieľom je zlepšovanie kvality propagácie projektu, takže študenti môžu vyjadriť svoje návrhy na zlepšenie praktickej časti. Pred odchodom do laboratórií vždy absolvujú krátke poučenie o bezpečnosti, ktorú musia dodržiavať, rovnako aj inštrukcie o tom, ako sa správať v laboratóriách, aby neprišlo k úrazu.

V rámci propagácie projektu uskutočňujeme chemické pokusy, ktorých väčšina je opísaná v tejto publikácii. Pokusy nerealizujú len vysokoškolskí pedagógovia, ale ak to povaha chemických látok a podmienky pokusu umožňujú, tak sú ich realizátormi aj samotní študenti. Takto si niektorí študenti vyskúšali, ako sa po zmiešaní roztokov *samovoľne* mení farba výsledného roztoku, ako zapália oheň po pridaní destilovanej vody k chemikáliám, či ako vytvoriť na skúmavke strieborné zrkadlo. Počas realizácie pokusov sa môžu stretnúť aj s veľmi nebezpečnými látkami, ale pokusy, pri ktorých by mohlo prísť k úrazom, sa realizujú s maximálnou mierou bezpečnosti.



Pretože je bezpečnosť na prvom mieste, v tejto brožúre sa nestretnú študenti s pokusmi, kde by prichádzalo k výbuchom, požiarom či iným podobným javom a udalostiam (samozrejme, ak sa presne dodržia pracovné postupy). Okrem zaujímavých pokusov sa dá v chemických laboratóriách ústavu stretnúť so zaujímavými prístrojmi a aparátúrami, s ktorými sa značná časť študentov stredných škôl nemá možnosť bežne stretnúť. Medzi

najzaujímavejšie prístroje sa radí *Kippov prístroj* na vyvíjanie plynov v laboratórnych podmienkach, ďalej sa môžu študenti stretnúť s laboratórnym digestóriom, ktoré umožňuje pracovať s nebezpečnými látkami či s prístrojmi, umožňujúcimi *merať* rôzne fyzikálne a chemické javy.



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 postupmi 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.

KAPITOLA 2

Bezpečnosť pri práci v chemickom laboratóriu

2.1 Základné pravidlá bezpečnej práce v laboratóriu

Chemické laboratórium je bezpečné miesto, ak sa dodržiavajú pravidlá bezpečnej práce. Ale ak sa nedodržiavajú, môže veľmi ľahko niekto prísť k úrazu. Preto je dôležité sa pri práci v laboratóriu podľa nich správať a sú zhrnuté v nasledovných dvoch zoznamoch.

V chemickom laboratóriu sa musia bezpodmienečne dodržiavať nasledovné pravidlá:

- Dobre 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 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.



Tieto činnosti sa v laboratóriu *nesmú nikdy* vykonávať:



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

2.2 Chemické laboratórium



Chemické laboratórium je miestnosť určená a vybavená na uskutočňovanie chemických, ale aj fyzikálnych experimentov a pokusov (podľa vybavenia). Pre prácu s chemikáliami sú laboratória účelovo vybavené zariadeniami a prostredím, ktoré je vhodné pre prácu s nimi. Okrem toho musia byť vybavené a vybudované tak, aby bola v nich práca bezpečná a aby v prípade nežiadúcich udalostí nedošlo k závažným škodám na majetku či zdraví a životoch ľudí.

2.2.1 Zabezpečenie laboratória



Pre prípad nežiadúcich udalostí sú v laboratóriu *bezpečnostné prvky*. Patria sem hlavne *únikové východy*, ďalej systémy *protipožiarnej ochrany*, kam radíme hasiace prístroje, protipožiarne plachty, nádoby s pieskom na hasenie a bezpečnostné sprchy. Ak vstupujete do laboratória, je dôležité poznať rozmiestnenie týchto predmetov a prácu s nimi. Tiež je dôležité poznať umiestnenie únikových východov a ak je to možné aj preveriť, či nie sú zamknuté.

2.2.2 Ochrana ľudí pracujúcich v laboratóriu



Okrem zabezpečenia laboratória je nevyhnutné zaistiť aj *ochranu ľudí*. Prvoradá je ochrana celého tela a na dosiahnutie tohto cieľa je nevyhnutné nosiť zapnutý *laboratórny plášť* pri akejkolvek činnosti v laboratóriu (aj keď nič nerobíte!).

Ďalšou, nie však úplne nevyhnutnou podmienkou, je používanie laboratórnych nohavíc (ak ich nepoužijete, môžete si poškodiť iné nohavice) a dôležité je tiež používanie *ochrannej obuvi*, ktorá chráni pred rozbitým sklom či rozliatymi a rozsypanými chemikáliami. Malo by sa teda používať také oblečenie, ktoré zakryje celý povrch tela okrem tváre.

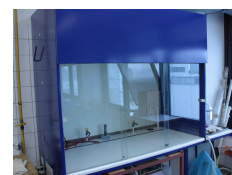


Pri práci v laboratóriu sú rizikom dlhé vlasy (v prípade požiaru veľmi ochotne a rýchlo horia), preto je požadované pracovať s vhodne upravenými vlasmi alebo používať ochrannú čiapku.

K najcitlivejším miestam tela patria oči. Preto sa má v laboratóriu pracovať vždy s *ochrannými okuliarmi*. Tie chránia tak pred letiacimi pevnými časticami ako aj pred rozprášenými či prskajúcimi chemikáliami. Ak sa pracuje s mimoriadne nebezpečnými látkami, je výhodné používať aj *ochranný štít*, ktorý chráni celú tvár pred zásahom chemikálie. Ochrany očí sa týka ďalšie pravidlo práce v chemickom laboratóriu: je *vylúčené* používať *kontaktné šošovky*. Toto je založené na fakte, že v prípade nehody sa môže chemikália dostať pod šošovku a vážne poškodiť oko ešte pred jej vybratím.



Ďalej je možné sa stretnúť v laboratóriu s rôznymi plynmi, parami či rozptýlenými prachmi, ktoré sú často jedovaté. Ochrana sa v tomto prípade delí na dve kategórie – osobnú alebo skupinovú ochranu. Skupinová ochrana pred pôsobením toxických plynov či prachov sa nazýva *digestorium*. Je to ohraničený a z jednej strany zasklený pracovný priestor, z ktorého je odsávaný plyn pomocou ventilátora. Preto ak sa pracuje na experimente, kde môže vzniknúť veľké množstvo nebezpečných plynov či pár, poprípade sa môžu vyskytnúť nebezpečné situácie počas experimentu, pracuje sa výhradne v digestóriu. Ako osobná ochrana pred plynmi a rozptýlenými prachmi sa používajú rôzne *dýchacie rúšky*, *respirátory* alebo v prípade extrémneho nebezpečenstva sa môžu použiť aj *ochranné tvárové masky* či *dýchacie prístroje*. Ak však nie je možnosť pracovať s takýmito pomôckami (najmä v digestóriu), je možné za určitých okolností realizovať pokusy vonku na voľnom priestranstve (samozrejme, nie na vlastnú päsť). Nevyhnutnou podmienkou však je, aby bolo miesto realizácie pokusu zvolené tak, že vietor fúka od ľudí smerom k miestu pokusu.



Poslednou nechránenou časťou tela ostali ruky. Mnohé látky pôsobia na pokožku. Jemné svrbenie od menej dráždivých chemikálií je možné eliminovať umytím rúk, ale chemikálie, ako sú kyseliny a zásady leptajú pokožku veľmi silne a môže prísť k jej závažnému poškodeniu. Preto je pri pokusoch dôležité používať ochranné rukavice. Pre bežné práce v laboratóriu postačia aj *chirurgické gumové rukavice*. Ich nedostatkom je to, že sa v nich môžu dosť nepríjemne potiť ruky, ale vážnejším problémom je fakt, že sa ľahko poškodzujú ak prídu do styku s chemikáliami. Preto v prípade práce s agresívnymi chemikáliami je nutné používať hrubé gumové *ochranné rukavice*.



2.2.3 Zariadenia a aparatúry



Mnoho zariadení v chemickom laboratóriu ukrýva riziká, a tie sa môžu uplatniť hlavne v prípade, ak nepoznáme ich fungovanie. Ide najmä o zariadenia pracujúce s tlakom (kompresory či vývevy), tlakové fľaše a elektrické zariadenia. Preto je dôležité sa pred prácou dokonale *zoznámiť* s jednotlivými zariadeniami, ich funkciami a aj tým, ako sa správať v prípade nehody a ako skontrolovať zariadenie pred jeho uvedením do činnosti, aby pracovalo bezpečne.



V laboratóriu sa látky veľmi často zohrievajú. Pretože je požiar asi najväčším nebezpečenstvom, v prípade práce s horľavými materiálmi je dôležité vyvarovať sa používaniu otvoreného ohňa. Je to nevyhnutná podmienka, ak sa pracuje s organickými látkami. V anorganickej chémii toto pravidlo platí pre ľahko horľavé látky, ako sú práškové kovy či síra alebo uhlík a hlavne pre mechanické zmesi horľavín s oxidačnými činidlami. Preto sa v takýchto prípadoch používajú tepelné zdroje pracujúce bez ohňa (elektrické ohrievače, ohrievacie hniezda a podľa potreby tiež vodné či olejové kúpele).

V prípade použitia zariadení a aparátúr pracujúcich s pretlakom či podtlakom sa môžu používať len zariadenia a aparatúry vyrobené pre tento účel (nesmie sa používať sklo, ktoré má *rovnú plochu*, lebo by mohlo prísť k explózií alebo implózií). Okrem toho sa smú v takýchto experimentoch používať len zariadenia bez defektov (sklo nesmie byť prasknuté a nesmie mať ani defekty, napríklad bubliny ...).

2.2.4 Chemikálie

V chemickom laboratóriu môžete prísť najčastejšie do kontaktu s *chemickými látkami*. Variabilita ich vlastností je mimoriadne veľká a môžu tak vzniknúť 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.



Pri práci s látkami je dôležité ich zneškodňovanie, ktoré má presné pravidlá. Platí tu zásada, že do verejného odpadu sa môžu vylievať len tie látky, ktoré sa miešajú s vodou (sú rozpustné vo vode) a nie sú jedovaté, horľavé a žieravé. Patria sem najmä anorganické soli (chlorid draselný, síran sodný ...) a niektoré organické látky (kyselina octová, etanol ...). 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 ich nemiešať) či 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.

Častými nepríjemnosťami pri práci s chemikáliami je ich rozliatie či rozsypanie na zariadenia a aparatury v laboratóriu. Tieto látky je nevyhnutné okamžite odstrániť. Ak príde k rozsypaniu pevných látok, stačí ich pozametať do určenej odpadovej nádoby. Rozliate kvapaliny je vhodné utrieť. Ak však ide o kyseliny, tieto je dôležité pred utretím neutralizovať slabou zásadou - najlepšie uhličitanom sodným alebo mletým vápencom. Pri odstraňovaní zásad sa postupuje rovnako, na neutralizáciu sa používajú slabé kyseliny ako kyselina boritá či citrónová. Ak príde k rozliatiu prchavých látok, je najlepšie ihneď upozorniť všetkých v laboratóriu, zaistiť uhasenie všetkých ohňov, vypnúť všetky ohrievače, zabezpečiť vetranie v miestnosti a nakoniec ju opustiť.



2.3 Riziká pri práci s chemickými látkami

Každá látka používaná v chemickom laboratóriu má riziká. Na vyjadrenie rizikových vlastností sa okrem slovného vyjadrenia používajú aj grafické symboly a skratky uvedené v tabuľke 1 na nasledujúcej strane.














2.3.1 Horľavé chemikálie

Veľmi často sú v laboratóriu používané látky, ktoré sú horľavé. Najčastejšie ide o organické rozpúšťadlá a zaraďujeme sem uhľovodíky – hexán, cyklohexán; potom ropné destiláty – petroleter; aromatické uhľovodíky – benzén, toluén; alkoholy – metanol, etanol; estery – etylacetát či ketóny – acetón. Sú mimoriadne horľavé, takže je nevyhnutné v blízkosti týchto látok a ich pár zamedziť používaniu ohňa. Zvláštnou kategóriou organických horľavých látok sú étery – okrem toho že sú mimoriadne horľavé, vytvárajú pri dlhodobom pôsobení svetla a kyslíka výbušné peroxidy (hlavne dietyléter a tetrahydrofurán).



Nebezpečné nie sú len organické, ale aj anorganické horľavé látky. Tieto majú na rozdiel od bežných organických látok ešte ďalšie rizikové vlastnosti. Biely fosfor je na vzduchu samozápalný, niektoré anorganické látky môžu byť pyroforické (železo, olovo ...), ďalšie produkujú pri horení nadpriemerné množstvo tepla (práškové kovy), iné horia pri reakcii s vodou (alkalické kovy, silány, fosfány ...). Rizikové sú tiež oxidovadlá (manganistany, dusičnany, chlorečnany a chloristany ...) v zmesiach s horľavinami. V prípade požiaru je treba hlavne dávať pozor na horiace práškové kovy, pretože sa veľmi ťažko hasia (používa sa suchý piesok) a teplota pri ich horení je veľmi vysoká, takže dokážu deštruovať veľmi odolné materiály (napríklad keramiku).

Tabuľka 1 Symboly označujúce nebezpečné vlastnosti látok

výbušné	E 	oxidujúce	O 
mimoriadne horľavé	F+ 	veľmi horľavé	F 
veľmi jedovaté	T+ 	jedovaté	T 
škodlivé	X _n 	dráždivé	X _i 
žieravé	C 	nebezpečné pre životné prostredie	N 
karcinogénne	carc. cat. 	mutagénne	muta. cat. 
poškodzujúce reprodukciu	repr. cat. 		

2.3.2 Výbušné chemikálie



Častým predchodcom požiarov sú výbuchy. Výbušné látky delíme na dve kategórie – klasické výbušiny a látky schopné výbuchu. Do prvej kategórie sa radia väčšinou organické látky (polynitrozlúčeniny – TNT, ekrazit; nitroestery – nitroglycerín; nitroamíny – oktogén; azidy – traskavé striebro; organické peroxidy, diazozlúčeniny ...) alebo zmesi anorganických látok (pyrotechnické zložky). Charakteristickou vlastnosťou klasických výbušnín

je to, že na svoj rozkladnú výbušnú reakciu nepotrebujú kyslík zo vzduchu a sú citlivé na priamy oheň, náraz či trenie, a to najmä v suchom stave. Práca s klasickými výbušninami je mimoriadne nebezpečná, preto je dobré sa takýmto látkam vyhýbať!!! Venovať sa odbornej práci s výbušninami je možné len na špecializovaných pracoviskách po absolvovaní predpísaného štúdia!

Okrem týchto látok je možné sa v laboratóriu stretnúť s látkami, ktoré vybuchujú len pri určitých podmienkach (plyny, rozptýlené prachy). Tieto na rozdiel od predchádzajúcej kategórie výbušnín potrebujú kyslík. Najčastejšie sa môžeme stretnúť s vodíkom (alkalické kovy či hydridy vo vode), ale výbušný je aj acetylén (acetylid vápenatý vo vode) či fosfány (fosfidy vo vode). Pri týchto reakciách niekedy ani nemusí prísť vonkajšia iniciácia – výbuch nastane po pôsobení energie uvoľnenej pri chemickej reakcii. Pri práci s látkami, ktoré môžu vytvoriť výbušné prostredie je nutné pracovať v zapnutom digestóriu a s tvárovým štítom.

2.3.3 Oxidujúce chemikálie

Práca s oxidujúcimi chemikáliami má dve špecifiká – nemali by prísť do styku s horľavými látkami (mohlo by dôjsť k samovznieteniu) a ak do styku prídu, nesmie sa na vytvorenú zmes oxidovadla a horľaviny pôsobiť ohňom, trením či nárazom. Medzi oxidujúce chemikálie zaraďujeme hlavne anorganické látky – peroxid vodíka, ozón, manganistany, chlorečnany a chlórístany, koncentrovanú kyselinu dusičnú a dusičnany či oxid chrómový.



2.3.4 Žieraviny

Kvapalné žieraviny pôsobia na pokožku (v horšom prípade pri požití na sliznicu) tak, že dochádza k jej deštrukcii, preto je potrebné pracovať v ochranných rukaviciach. Žieraviny rozdeľujeme na dve základné skupiny – kyseliny a zásady. Medzi najnebezpečnejšie žieraviny patria silné anorganické a organické kyseliny (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková, mravčia ...). Zvláštnou kategóriou je kyselina fluorovodíková, ktorá spôsobuje do hĺbky zasahujúce poleptanie pokožky (rovnajúce sa popáleninám 3. stupňa), ktoré je bolestivé a hojí sa mimoriadne pomaly. Niektoré kyseliny, ako napríklad fenol (kyselina karbolová) využívajú svoje leptavé účinky, aby sa ľahšie dostali do organizmu a spôsobili otravu. Druhou skupinou sú zásady. Tieto látky leptajú pokožku rýchlejšie ako kyseliny a typickými predstaviteľmi sú hydroxid sodný a draselný alebo čpavková voda (spôsobuje veľmi silné dráždenie), z organických látok sú to trietylamín či pyrolidín.



Okrem dvoch základných skupín žieravín opísaných v predchádzajúcom odstavci, existujú ešte ďalšie žieravé látky. Sú to zlúčeniny halogénov s fosforom a sírou, ktoré pôsobia dehydratačne a pri reakcii so vzdušnou vlhkosťou vznikajú jedovaté a žieravé plyny. Nebezpečný je kvapalný bróm a tuhý jód, ktoré spôsobujú ťažké poleptanie pokožky a dráždia dýchacie cesty. Poleptanie či deštrukciu dýchacieho ústrojenstva môžu spôsobiť niektoré žieravé plynné látky. Zaradujeme sem hlavne oxidy dusíka a síry, halogénvodíky a amoniak. S látkami, ktoré môžu pôsobiť ako žieraviny sa pracuje s veľkou opatrnosťou a doporučuje sa pracovať v digestóriu.

2.3.5 Škodlivé a jedovaté chemikálie

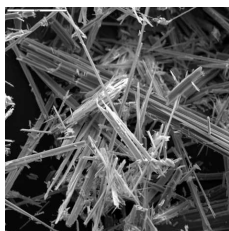


Každá látka je v podstate jedovatá a toxicita závisí na jej množstve. Látky, ktoré vážne poškodzujú zdravie v malom množstve, sú *veľmi jedovaté* a látky, ktoré nepriaznivo pôsobia na zdravie sú *škodlivé*. Toxicita sa najčastejšie vyjadruje hodnotou LD₅₀, čo je *letálna* (smrteľná) dávka, pri ktorej zahynie 50 % jedincov otrávených týmto množstvom látky. Pri práci s jedmi je dôležité byť mimoriadne opatrný! K jedovatým látkam radíme rozpustné kyanidy, zlúčeniny olova a ortuti, bróm a sulfán; z organických metanol (smrteľná dávka pre dospelého človeka je 30 ml), anilín, fenol, nikotín (smrteľná dávka 50 – 60 mg) či niektoré prírodné látky nazývané alkaloidy ...

2.3.6 Dráždivé chemikálie

Mnohé látky sú dráždivé pre pokožku, oči, prípadne dýchacie cesty. Preto je vhodné ich používať v digestóriu, aby sa čo najviac znížilo riziko pôsobenia týchto látok na organizmus. Najväčšiu skupinu tvoria organické látky, napríklad halogénkarbonylové zlúčeniny, tionylchlorid, izokyanáty a acylchloridy. Niektoré látky majú zase veľmi odporný zápach, medzi najnepríjemnejšie patria pyridín, kyselina fenyloctová, kyselina maslová, zlúčeniny síry (hlavne merkaptány) či amíny.

2.3.7 Karcinogény



Látky, ktoré po dlhodobej expozícii zvyšujú riziko vzniku rakoviny sa nazývajú *karcinogény*. Čas medzi expozíciou a vytvorením nádoru je u ľudí niekoľko rokov a závisí od konkrétnych podmienok. Vznik rakoviny je podmienený expozíciou organizmu karcinogénnou látkou, a často nezávisí od doby ani množstva látky. Medzi karcinogény sa radia chlórované uhľovodíky, azbest, aromatické uhľovodíky (najmä benzén), benزيدín či zlúčeniny chrómu ...

2.4 Zvládanie rizikových situácií

Každá nebezpečná situácia môže mať závažné dôsledky. Ak vznikne a je to možné, je dôležité zabezpečiť minimalizovanie jej dopadov postupmi popísanými v tejto časti. Okrem toho je nevyhnutné oznámiť vznik takejto situácie osobe zodpovednej za bezpečnosť v laboratóriu!

2.4.1 Požiar

Ak vznikne v laboratóriu požiar, je dôležité v prvom rade posúdiť, či ide o požiar väčšieho rozsahu, alebo je možné ho zvládnuť dostupnými prostriedkami. Malé požiare (horí pár desiatok mililitrov horľaviny na stole) nie je nutné hasiť, len treba odstrániť horľaviny v blízkosti, aby sa požiar nerozšíril a vyliatu horľavinu nechať zhorieť. Väčšie požiare sa dajú zvládnuť pomocou príručných hasiacich prístrojov (práškové či snehové; snehové a vodné nie sú príliš vhodné z hľadiska možnej rizikovej reakcie), pričom je nutné dbať na to, aby pri hasení bolo len toľko ľudí, koľko je ich skutočne treba (ostatní musia z laboratória odísť). Pri veľkom požiari je potrebné opustiť miestnosť a hasenie prenechať hasičom.



Ak by prišlo k požiaru menej bežných látok (práškové kovy, alkalické kovy ...) je v každom laboratóriu pripravená nádoba so suchým pieskom. Tento je určený na hasenie malých požiarov a ťažko hasiteľných látok.

Materiálne škody pri požiaroch ale nie sú nikdy také závažné, ako poškodenie zdravia či smrť ľudí. Preto je v laboratóriu vodná sprcha a protipožiarne plachty (väčšinou sú veľké handry). Sprcha aj protipožiarne plachty sú tam preto, aby v prípade požiaru oblečenia mohli byť horiace šaty čo najrýchlejšie uhasené. Plachtou je zase treba človeka s horiacim oblečením zakryť, čím sa zabráni prístupu vzduchu a to spôsobí uhasenie.

2.4.2 Únik plynnej látky

Ak unikne do miestnosti plyná látka, je potrebné v čo najkratšom čase zastaviť všetky operácie, vypnúť horiace kahany a opustiť miestnosť, pričom je treba zastaviť unikanie látky do miestnosti a vyvetrať. Ak niekto nemôže sám opustiť miestnosť, je dôležité ho ihneď vyniesť von a podať mu prvú pomoc.

2.4.3 Únik kvapalnej a pevnej látky

Pri úniku je nutné aby všetci opustili miestnosť, pričom by nemali stúpať po uniknutej látke. Ak ide o horľavú látku, je dôležité okamžite uhasiť horiace kahany, v prípade úniku kyseliny či zásady ich neutralizovať, a ak unikli jedovaté látky použiť vhodné ochranné prostriedky, aby neprišlo k otrave. Najčastejším spôsobom odstránenia pevnej látky je zametanie, v prípade kvapalín sa s úspechom používajú rôzne textílie – *handry* (ak to kombinácia látky – textíliá dovoľuje).

2.5 Prvá pomoc



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

2.5.1 Popáleniny



Drobné popáleniny sa ošetrujú chladením v prúde studenej tečúcej vody najmenej 10 – 15 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. Ak po požiari odevu vzniknú popáleniny, oblečenie pripálené k pokožke sa nesmie strhnúť, pretože by sa mohla strhnúť aj spálená koža.

2.5.2 Chemikálie na pokožke



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. Oblečenie zasiahnuté látkou rozpustnou vo vode je možné vyprať (nesmie to byť veľmi jedovatá, dráždivá či žieravá látka), oblečenie zasiahnuté ostatnými látkami sa zlikviduje. Ak prišlo k závažnejšiemu poškodeniu pokožky pôsobením chemikálie, je potrebné privolať lekársku pomoc.

2.5.3 Chemikálie v oku

V prípade zasiahnutia oka chemikáliou je potrebné ho vyplachovať veľkým množstvom tečúcej vody minimálne 15 minút. Na rozdiel od ostatných prípadov, tento je vždy veľmi vážny a je nevyhnutné okamžite privolať lekársku pomoc!



2.5.4 Poranenie

Drobné porezanie napríklad rozbitým sklom sa musia vyplachovať prúdom tečúcej vody aspoň 10 minút, aby sa z rany odstránili prípadné drobné úlomky skla alebo chemikálie. Malé porezanie 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 črepy. Čistú ranu bez črepín je potrebné silno stlačiť vankúšikom gázy a jej okraje sa pritisnúť k sebe. Ak v nej však ostalo nejaké teleso, nesmie sa na ranu tlačiť. Nakoniec sa vankúšik gázy pevne obviaže obvazom.

2.5.5 Požitie chemikálie

V prípade požitia jedovatej chemikálie by mal postihnutý, ak je pri vedomí, vypíť pohár vlažnej vody. Ak je látka mimoriadne toxická a jej pôsobenie je veľmi rýchle (napríklad metanol), musí postihnutý vypíť 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. V prípade zvracania 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). V prípade otravy vdychovaním dráždivých látok sa musí postihnutý vyniesť na čerstvý vzduch, pričom sa dbá na to, aby nedošlo k ďalšiemu vdychovaniu škodlivín zo zamoreného oblečenia. Oči a ústa je dobré vyplachovať vodou.

2.6 Zhrnutie

Chemické laboratórium je bezpečné miesto, pokiaľ sa dodržiavajú podmienky bezpečnej práce popísané v tejto kapitole. Všeobecné zásady pre bezpečnú prácu v laboratóriu sa dajú popísať týmito požiadavkami:

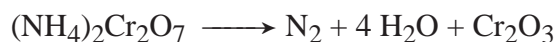
- s chemikáliami je nevyhnutné pracovať so zodpovedajúcou opatrnosťou,
- používať ochranné pracovné pomôcky – plášť, pevnú obuv, ochranné okuliare a rukavice,
- a dodržiavať pracovné postupy a obmedzenia pri práci.

KAPITOLA 3

Zaujímavé chemické pokusy

P 1 Dichrómanová sopka

Princípom tohoto pokusu je oxidačno-redukčná reakcia rozkladu dichrómanu amónneho, ktorej priebeh a produkty pripomínajú aktívny vulkán. Podstatou je nasledovná chemická reakcia



pri ktorej plynné produkty rozkladu – teda dusík a voda prúdia vrstvou oxidu chromitého, ktorý vynášajú na vrchol kužeľa.

Rozklad dichrómanu amónneho je samovoľný a po iniciácii zvyčajne prebieha do vnútra kužeľa z vonkajších vrstiev a rozkladajúci sa dichróman pritom horí a *prebubláva* celým kužeľom.

kovová platňa, zápalky, lyžička

dichróman amónny, etanol



5^m celý pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

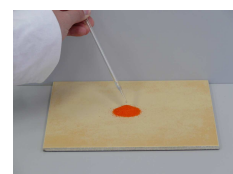
CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

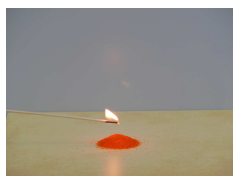
RIZIKÁ

POSTUP

Na stôl dajte nehorľavú podložku, najlepšie je alobal alebo keramická dlaždica. V prípade, že zoženiete len tenkú fóliu, je lepšie ju poskladať do niekoľkých vrstiev. Naberte asi polovicu lyžičky dichrómanu amónneho a nasypťte ju na pripravenú podložku tak, aby sa vytvoril malý kužeľ.

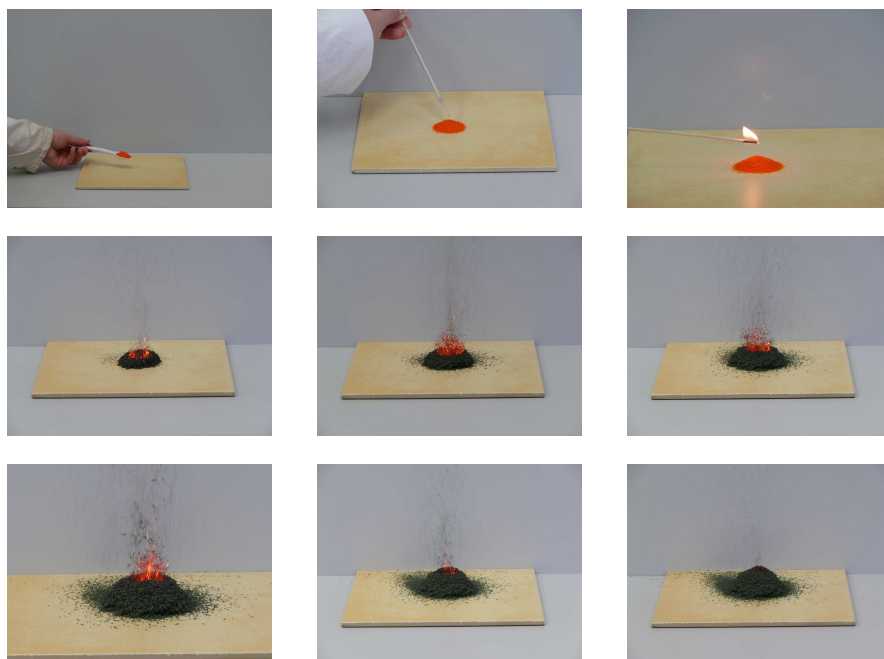


Potom naberte do pipety malé množstvo čistého etanolu, asi 0,5 ml. Nakvapkajte opatrne etanol na vrchol kužľa dichrómanu amónneho a potom opatrne zapáľte pomocou zápalky alebo horiacej špajle vrchol kužľa.



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

POKUS V OBRAZOCH

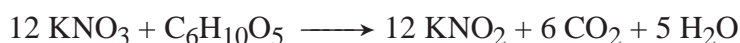


Obrázok 1 Horenie dichrómanovej sopky

P 2 Horiace písmo

Dusičnan a chlorečnan draselný majú dve spoločné vlastnosti – sú to silné oxidovadlá a bezfarebné látky. Na to, aby sa prejavili ich oxidačné schopnosti im stačia dve veci – iniciácia, najlepšie v podobe ohňa a palivo. A ak využijete ako palivo obyčajný filtračný papier, môžete potom nasýtené roztoky týchto oxidovadiel využiť ako *tajný atrament*. Stačí len na kus papiera napísať nejakú *tajnú informáciu* roztokom oxidovadla a nechať ho vysušiť. Ak totiž po vysušení iniciujete papier napustený oxidovadlom kúskom rozžeravenej špajle, začne tlieť a pomaly bude *odhorievať*. Nie však celý papier, ale len tá časť, kde je oxidovalo a *nepopísané časti* papiera sa budú *tváriť* ako nehorľavé.

Pokus je možné realizovať s akýmkoľvek silným oxidačným činidlom rozpustným vo vode na bezfarebný roztok (chlorečnany, niektoré chloristany, dusičnany . . . nie chrómany ani manganistany). Samotné tlenie papiera pri tomto pokuse sa dá vyjadriť touto rovnicou:



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

dusičnan draselný



1^h príprava + 10^m tlenie



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

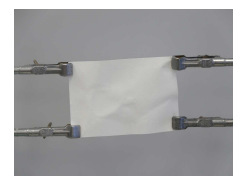
NÁROČNOSŤ

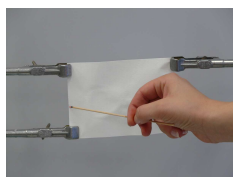
RIZIKÁ

POSTUP

Do kadičky nalejte malé množstvo destilovanej vody. Potom do tejto vody pridávajte dusičnan draselný, až vznikne nasýtený roztok. Vzniknutý roztok bude nasýtený vtedy, keď sa v ňom dusičnan prestane rozpúšťať.

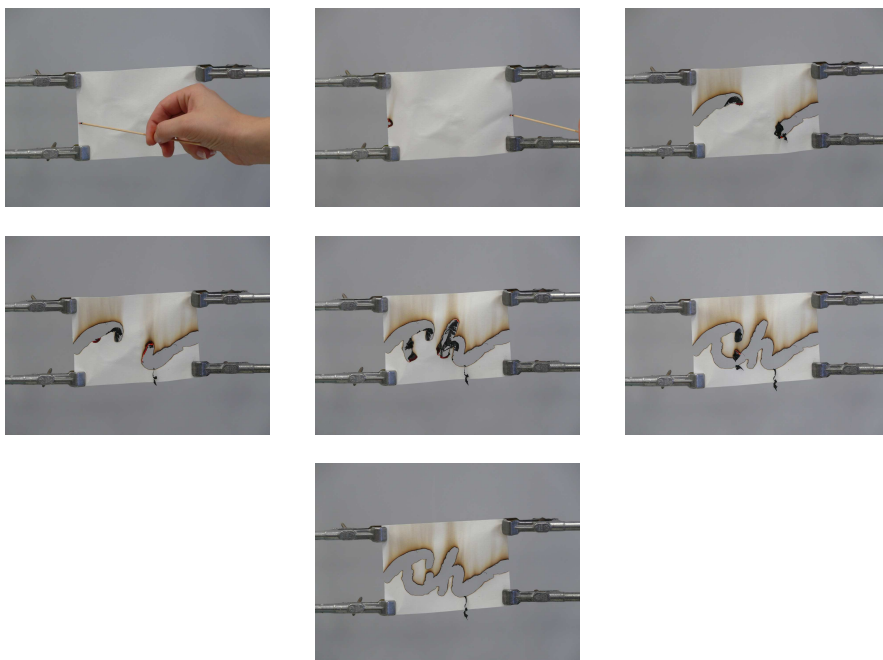
Pripravte si vhodný kus filtračného papiera a ceruzkou jemne naznačte informáciu, ktorú chcete neskôr zviditeľniť. Potom na takto pripravený papier pomocou štetca namočeného v nasýtenom roztoku dusičnanu draselného napíšte informáciu podľa naznačených čiar. Koniec nápisu označte ceruzkou, aby ste vedeli, kde máte papier zapáliť.





Popísaný filtračný papier nechajte voľne vyschnúť (nesmiete použiť teplý vzduch v sušiarňi ani rúre, pretože by mohol vzniknúť požiar). Po vysušení ho upevnite do svoriek (napríklad medzi dva stojany so svorkami). Teraz zapáľte koniec špajle a nechajte ho trošku vyhorieť. Tlejúcim koncom (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.

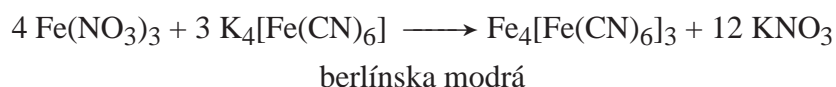
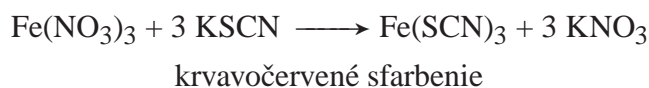
**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 2 Horiace písmeno *Ch*



P 3 Tajné písmo I

Reakcia železitých katiónov s hexakyanoželeznatanmi (ferrokyanidmi) či tiokyanatanmi je charakteristická výraznou farebnou zmenou. Farba roztoku tiokyanatanu železitého je krvavočervená, čo sa aj využíva vo filmovom priemysle ako *filmová krv*. Reakciou železitých katiónov s ferrokyanidom draselným zase získame jemnú tmavomodrú zrazeninu, ktorá sa nazýva *berlínska modrá*. Obidve reakcie je možné použiť na dôkaz prítomnosti železitých katiónov. Ich priebeh je možné vyjadriť nasledovnými rovnicami:



štetce, kadičky, filtračný papier, sklenené tyčinky

dusičnan železitý, hexakyanoželeznatan draselný, tiokyanatan draselný

  1^h príprava + 10^m zviditeľňovanie



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

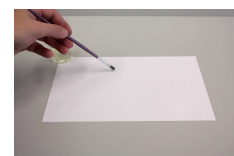
RIZIKÁ

POSTUP

Najprv si pripravte roztoky potrebné pre pokus. Pre potreby pokusu stačí, ak rozpustíte 2 g látky v 20 ml vody.

Ďalej si pripravte filtračný papier veľkosti zodpovedajúcej plánovanému nápisu. Na dva kusy papiera napíšte pomocou štetca roztokom tiokyanatanu draselného a hexakyanoželeznatanu draselného požadovanú informáciu. Následne nechajte papier voľne vyschnúť, čoho výsledkom je, že napísanú informáciu nie je vidieť.

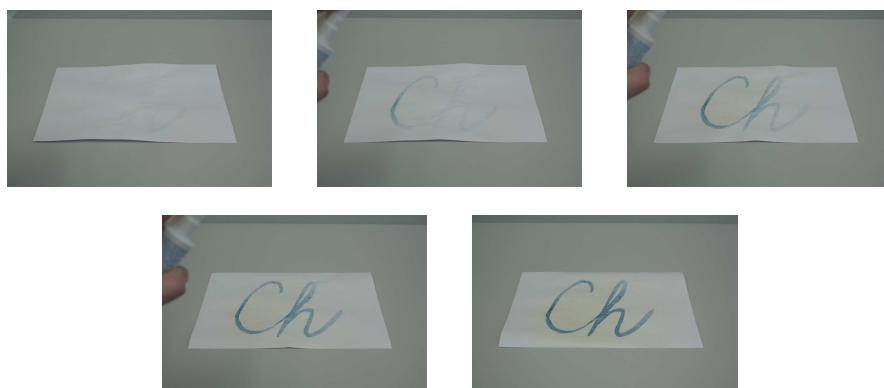
Na vyvolanie informácie použite roztok železitej soli, ktorý je najlepšie na papier nastriekať rozprašovačom. Pri použití tiokyanatanu je vyvolaný nápis hnedý, v prípade ferrokyanidu modrý.



**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 3 *Tiokyanatanové tajné písmeno vyvolané železitým roztokom*



Obrázok 4 *Ferrokyanidové tajné písmeno vyvolané železitým roztokom*

P 4 Tajné písmo II



Na farbu niektorých zlúčenín môže vplývať pH prostredia, v ktorom sa nachádzajú. Táto vlastnosť niektorých látok, nazývaných *acidobázické indikátory*, sa využíva na približné určenie hodnoty pH.

Toto tajné písmo funguje na princípe zmeny farby indikátora. Aby bolo písmo najprv *neviditeľné*, používajú sa indikátory, ktoré sú za bežných neutrálnych podmienok bezfarebné, ale v alkalickom prostredí sa ich farba zmení. Takýmito látkami sú napríklad fenolftaleín a tymolftaleín.

Pri zmene pH prostredia pri oboch týchto látkach dochádza k zmenám štruktúry, ktorá je zapríčinená prítomnosťou vodíkových alebo hydroxidových iónov. Táto zmena pritom prináša aj zmenu farby indikátora.

štetce, kadičky, filtračný papier, sklenené tyčinky

fenolftaleín (1% etanolvý roztok), **tymolftaleín** (1% etanolvý roztok), **uhličitan sodný**, **etanol**, prípadne ďalšie bezfarebné acidobázické indikátory so zmenou farby v zásaditom prostredí

  1^h príprava + 10^m zviditeľňovanie



Pripravte roztoky acidobázických indikátorov. Je potrebné pripraviť roztoky s koncentráciou 1 %, rozpustíte teda 0,1 g indikátora v 9,9 g etanolu. Ďalej pripravte 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 zásady – roztoku uhličitanu sodného. Najlepšou variantou pre zviditeľnenie písma je použitie rozprašovača.

PRINCÍP



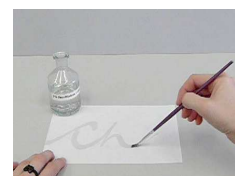
POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

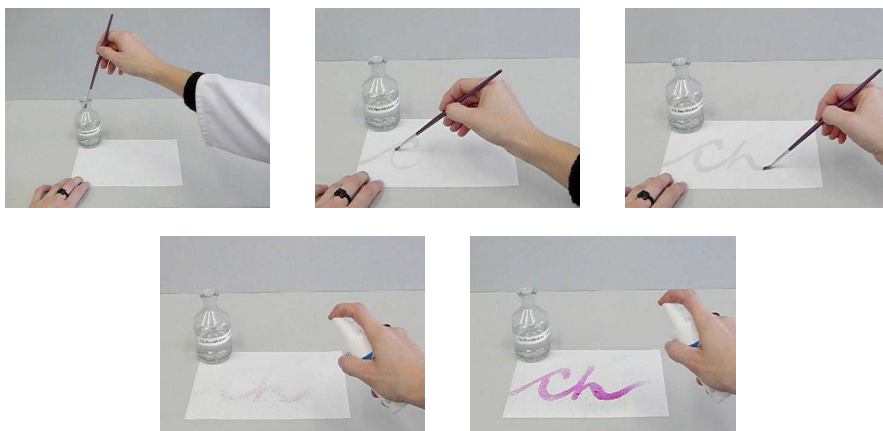
NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

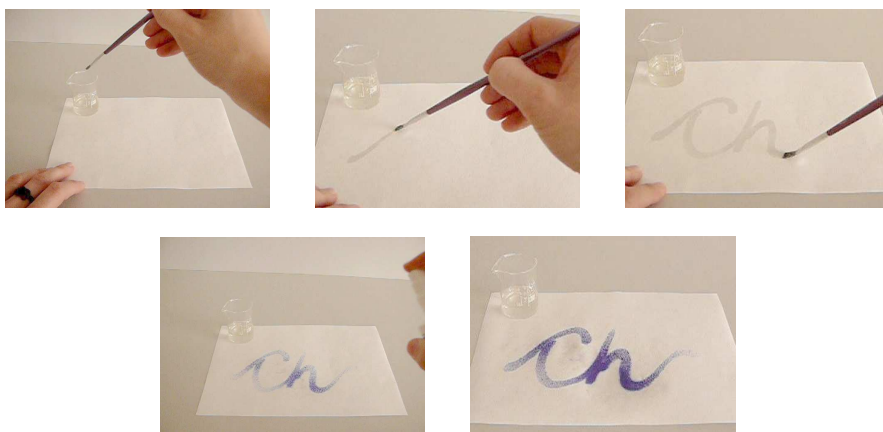
POSTUP



**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 5 Vyvolanie fenolftaleínového *tajného písma*

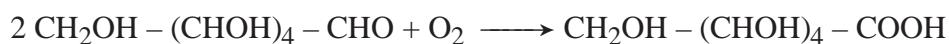


Obrázok 6 Vyvolanie *tajného písma* napísaného tymolftaleínom

P 5 Modrá banka

Pri tomto pokuse je možné vyvolať modré zafarbenie bezfarebného roztoku obyčajným pretrepaním nádoby, v ktorej sa roztok nachádza, pričom po chvíli sa modrá farba opäť vytratí. Ide tu o reverzibilnú oxidačno-redukčnú sústavu, ktorej zložkami sú kyslík (dostáva sa pri pretrepaní do roztoku), glukóza a metylénová modrá.

Glukóza je v alkalickom roztoku pomaly oxidovaná kyslíkom na glukónovú 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.

Ak sa však do banky dostane kyslík pri odzátkovaní a po zatrepaní sa dostane aj do roztoku, príde k oxidácii metylénovej bielej na metylénovú modrú a celý proces s pomalou oxidáciou glukózy sa môže opakovať.

varná banka, kadička, zátku, sklenená tyčinka

hydroxid sodný, glukóza, metylénová modrá (0,1 % roztok), etanol



15^m celý pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

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, aby bol roztok modrý.

Potom banku dobre uzatvorte zátkou (gumovou alebo zábrusovou) tak, aby sa roztok nemohol vyliť 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.

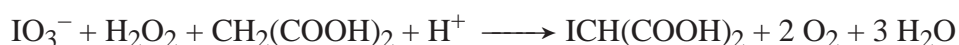
**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 7 Zmena farby roztoku počas pokusu

P 6 Jódové hodiny

Pri tomto pokuse v kadičke samovoľne vzniká a zaniká modré zafarbenie. Využíva sa pri ňom *Briggsova-Rauscherova* reakcia, teda mangánatými iónmi katalyzovaná oxidačno-redukčná reakcia peroxidu vodíka a jodičnanu draselného v prostredí kyseliny sírovej a v prítomnosti kyseliny malónovej:



V reakčnej zmesi po určitý čas vzniká z jodičnanu draselného jód, pričom je súčasne z roztoku aj odstraňovaný. Istý čas prevláda tvorba jódu a v ďalšej fáze spontánne prevláda jeho odstraňovanie z roztoku. Vznik a zánik jódu v roztoku je možné indikovať prítomnosťou škrobu v roztoku, ktorý vytvára s jódom modrý komplex. V takejto sústave možno pozorovať približne 30 oscilácií.

odmerné banky, kadička, odmerný valec, magnetické miešadlo

Roztok A V 100 ml banke s 20 ml vody rozpustíte tieto látky:

- kyselina malónová – 1,56 g
 - síran mangánatý – 0,446 g tetrahydrátu
 - škrob – 0,3 g
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

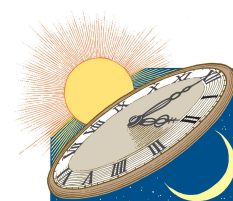
Roztok B V 100 ml banke s 20 ml vody rozpustíte tieto látky:

- jodičnan draselný – 4,301 g
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

Roztok C V 100 ml banke s 20 ml vody rozpustíte tieto látky:

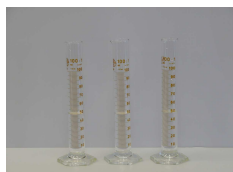
- kyselina sírová – 0,84 ml 96% roztoku (kyselinu najprv rozpustíte v 30 ml vody a potom nalejete do banky)
 - peroxid vodíka – 28 ml 30% roztoku
- a banku doplňte na objem 100 ml destilovanou vodou.

PRINCÍP



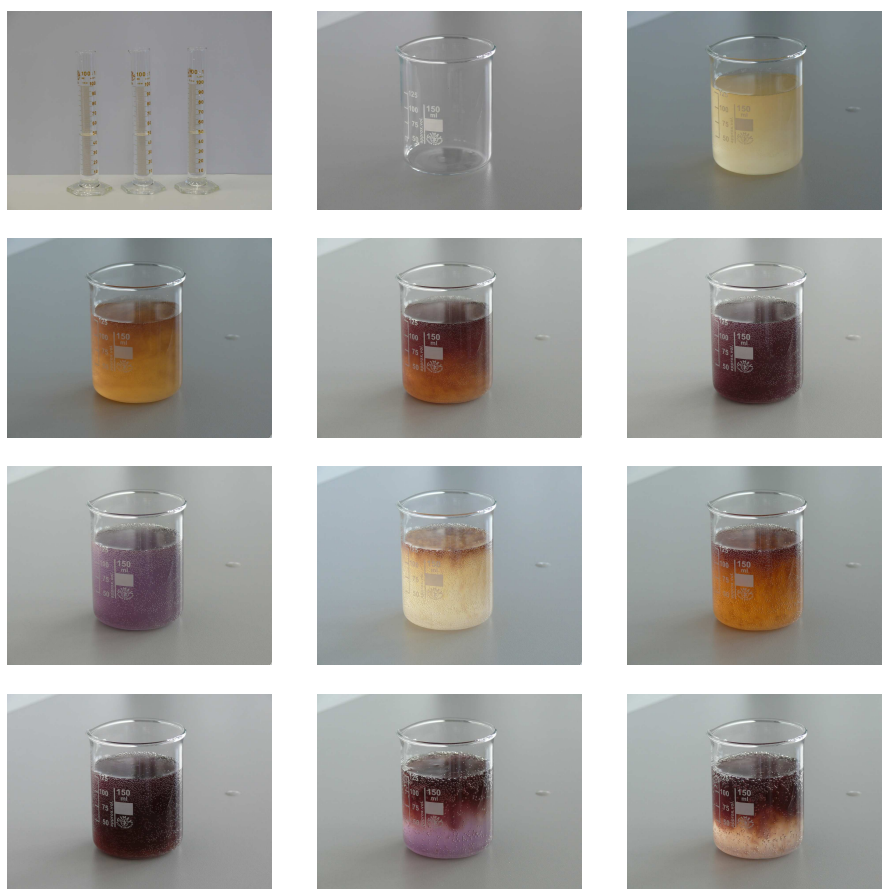
POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ20^m príprava roztokov + 10 – 60^m pokus**RIZIKÁ****POSTUP**

V prvom kroku pripravte tri opísané roztoky *A*, *B* a *C*. V kadičke dostatočnej veľkosti zmiešajte rovnaké objemy 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.

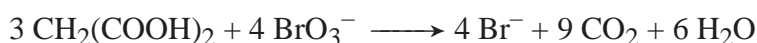
Oscilácie je možné pozorovať až dvadsaťkrát v jednom roztoku. Počet oscilácií závisí hlavne na tom, či sú ešte v sústave látky potrebné na reakciu (ak sa minie niektorá zložka, reakcia nebude ďalej prebiehať).

**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 8 Zmeny farby v kadičke

P 7 Chemické vlny

Pri tomto pokuse vznikajú v červenom roztoku okolo náhodných centier sústredné kružnice modrej farby. Reakcia, ktorá tu prebieha, je špeciálnou variáciou *Žabotinského-Belousovej* reakcie, keď sa ako katalyzátor využívajú manganátové soli. Ide o katalyzovanú oxidáciu kyseliny malónovej bromičnanovými iónmi v prostredí kyseliny sírovej:



Po uplynutí indukčnej periódy reakcie sa v sústave vytvoria centrá, okolo ktorých sa začnú vytvárať chemické vlny pozostávajúce zo sledu modrých a fialových prstencov, ktoré zodpovedajú oxidačným a redukčným zónam. Pri danom procese sa tiež uplatňuje difúzia – samovoľný prechod častíc z miest s vyššou koncentráciou na miesta s nižšou koncentráciou. Centrum vlny je možné vyvolať aj elektrickým impulzom na striebornej anóde.

PRINCÍP



odmerné banky, pipety, balóniky, kadičky, Petriho misky

POMÔCKY

Roztok A Na prípravu roztoku s objemom 70 ml použite tieto látky:

- kyselina sírová – 2 ml 96% roztoku rozpustené v 67 ml vody
- bromičnan sodný – 5 g.

CHEMIKÁLIE

Roztok B Na prípravu roztoku s objemom 10 ml použite tieto látky:

- bromid sodný – 1 g rozpustený v 7 ml vody, následne doplnený vodou na objem 10 ml.

Roztok C Na prípravu roztoku s objemom 10 ml použite tieto látky:

- kyselina malónová – 1 g rozpustený v 7 ml vody, následne doplnený vodou na objem 10 ml.

Roztok D Na prípravu roztoku s objemom 50 ml použite tieto látky:

- 0,343 g síran železnatý, heptahydrát, rozpustený v malom objeme vody
 - 0,743 g fenantrolín
- roztok potom doplňte destilovanou vodou na objem 50 ml.



⌚ 30^m príprava roztokov + 30^m pokus

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ**POSTUP**

Zmiešajte 6 ml *roztoku A* s 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 sa pridá 1 ml *roztoku D*.

Celý roztok sa dôkladne premieša a pomaly preleje 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.

**POKUS
V OBRAZOCH**

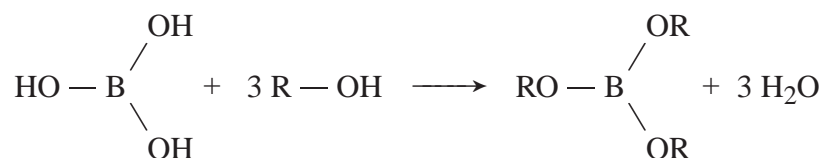
Obrázok 9 Vytváranie priestorových farebných vln

P 8 Rozlíšenie metanolu od etanolu

Reakciou alkoholov s kyselinami vznikajú látky, všeobecne nazývané estery. Veľmi známe sú estery alkoholov s organickými kyselinami, ktoré v malých koncentráciách vo vode vytvárajú *vonné esencie*. Na základe čuchových charakteristík pripravených esterov je možné určiť o akú kyselinu či alkohol ide (etylacetát je hrušková esencia, butylacetát je ananášová esencia). Okrem toho že estery *voňajú*, sú tiež veľmi prchavé a kombinácia reaktivity s prchavosťou sa dá využiť na rýchle rozlíšenie dvoch najjednoduchších alkoholov.

Reakcia metylalkoholu a etylalkoholu s kyselinou boritou prebieha za normálnej teploty rýchlo a bez katalyzátora. Pri horení pár esterov týchto alkoholov sa dá veľmi ľahko pozorovať rozdiel – trimetyléster kyseliny boritej totiž horí pekným *zeleným* plameňom, na rozdiel od toho trietyléster kyseliny boritej horí žltým plameňom, nerozoznateľným od horenia čistého etanolu.

Samotná chemická reakcia alkoholov s kyselinou boritou sa dá vyjadriť nasledovnou všeobecnou reakčnou schémou:



kde R je buď metylová ($\text{CH}_3 -$) alebo etylová ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$) skupina.

2 porcelánové misky, špajľa, zápalky

metanol, etanol, kyselina boritá



15^m celý pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

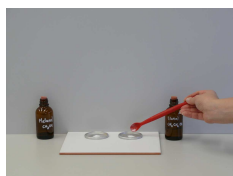
CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

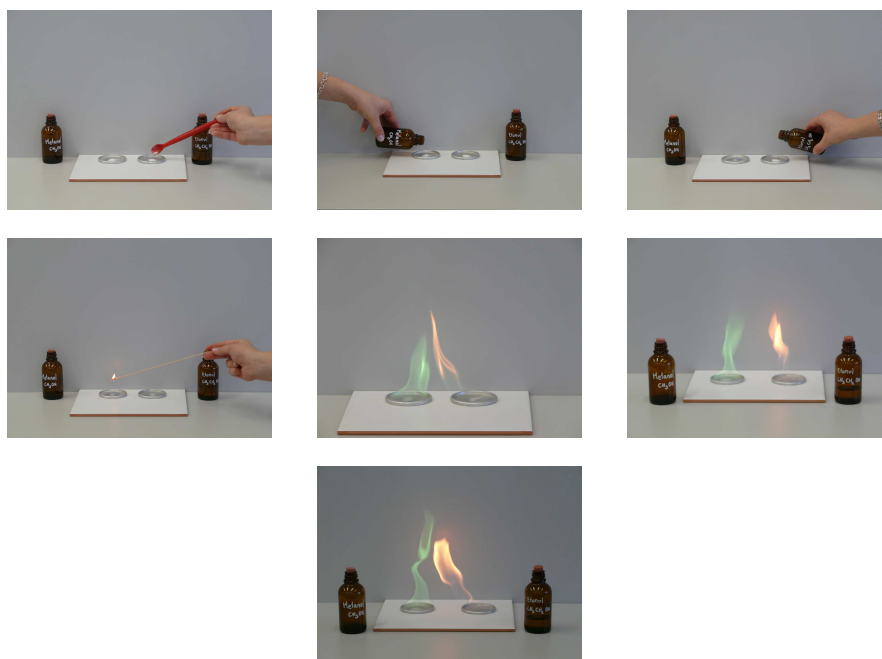
POSTUP

V tomto pokuse sa používa metanol. Pretože je metanol prudký jed zaradený medzi evidované látky, nie je možné na strednej škole skladovať a používať túto látku.



Najprv si pripravte 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.

**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 10 Rozlíšenie metanolu a etanolu pomocou kyseliny boritej

P 9 Alkalické kovy vo vode

Alkalické kovy tvoria s vodíkom prvú skupinu periodickej tabuľky. Zараďujeme sem lítium, sodík, draslík, rubídium a cézium. Všetky kovy reagujú s vodou a čím je atómové číslo kovu vyššie, tým je reakcia búrlivejšia. Lítium teda reaguje relatívne pokojne, sodík sa už pri reakcii s vodou na hladine taví a po hladine *pobieha* guľička roztaveného sodíku. Kovový draslík už produkuje také veľké množstvo tepla, že zapáli vodík vznikajúci reakciou. Na hladine v tomto prípade pláva *horiaca guľička*. Reakcia kovového rubídia a cézia sa už podobá výbuchu ručného granátu vo vode.

Tieto kovy sa pri reakcii s vodou oxidujú za vzniku alkalického hydroxidu a vodu redukujú na vodík. Reakcia je sprevádzaná vývinom tepla a prebieha podľa nasledovnej všeobecnej rovnice:



sklená kryštalizačná miska, nôž, filtračný papier, pinzeta

sodík, draslík, fenolftaleín (1% roztok)



20^m celý pokus



Počas celého pokusu je bezpodmienečne nevyhnutné mať ochranné rukavice, plášť a okuliare či štít!!!

Do sklenej kryštalizačnej misky nalejte asi 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 dajte malé množstvo indikátora (najlepšie sú 2 – 3 kvapky 1% roztoku fenolftaleínu) a umiestnite ju do digestória alebo za väčší kus skla.

Pripravte si vhodný kus filtračného papiera, na ktorý položte fľašu s kovom. Potom v rukaviciach pomocou pinzety vyberte menší kúsok kovu a osušte ho pripraveným kúskom 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

NÁROČNOSŤ

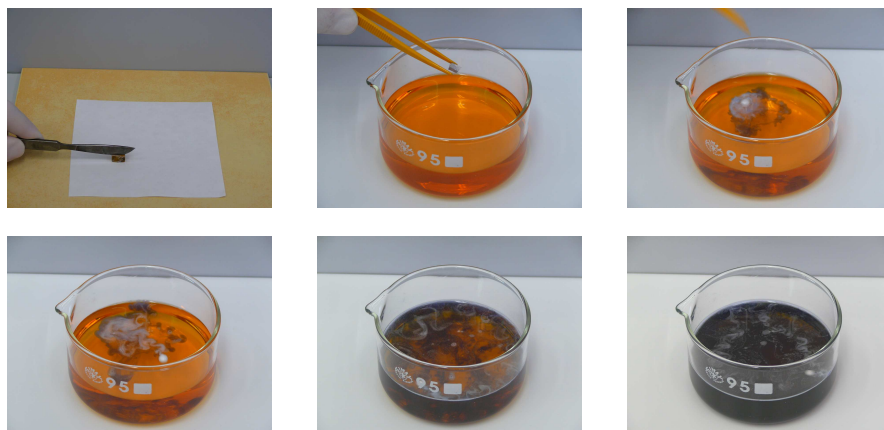
RIZIKÁ

POSTUP

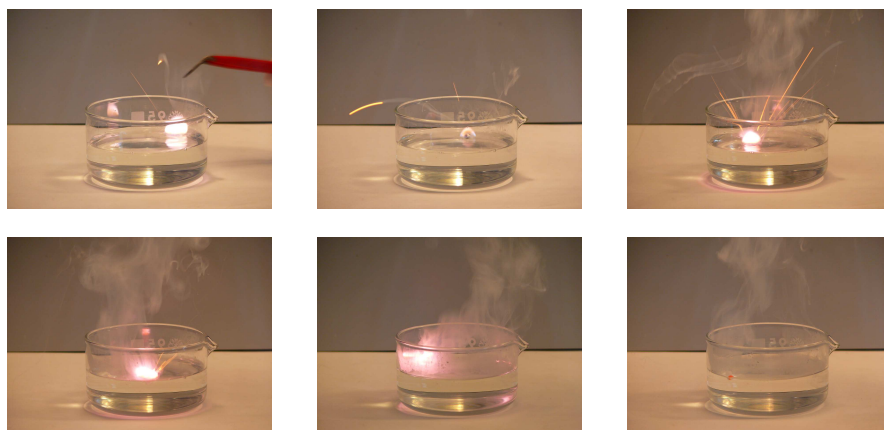


Potom opatrne vhodíte do pripravenej misky kov a pozorujete reakciu. V prípade sodíka sa vytvorí *syčiaca* guľička plávajúca na hladine, v prípade draslíka táto guľička ešte horí fialovým plameňom.

**POKUS
V OBRAZOCH**



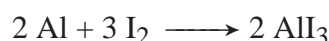
Obrázok 11 Reakcia sodíka s vodou



Obrázok 12 Búrlivá reakcia draslíka s vodou

P 10 Oheň z vody

Reakcia jódu s práškovým hliníkom je silne exotermická reakcia. Neprebíha však samovoľne, ale treba ju naštartovať a najlepším iniciátorom je v tomto prípade voda. Najprv sa pomaly začína vyvíjať teplo, čo sa prejaví sublimáciou jódu zo zmesi a vývinom tmavofialových pár halogénu, po krátkej dobe však vývoj reakčného tepla dosiahne bod, keď vznikne plameň. Reakciou, ktorá tu prebieha, je zlučovanie jódu s hliníkom:



Iniciátorom reakcie však nemusí byť len *kvapalná voda*, ak sú v zmesi dostatočne malé čiastočky jódu a hliníka, občas môžete pozorovať slabý vývoj fialových pár jódu iniciovaný vzdušnou vlhkosťou, ale tiež môže prísť k iniciácii aj vodou nachádzajúcou sa v kryštalohydrátoch.

trečia miska s tlčíkom, striekačka, lyžička

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

 20^m celý pokus



Počas celého pokusu je nutné pracovať v ochrannom plášti a rukaviciach s ochrannými okuliarmi alebo štítom! Je tiež vhodné používať ako podložku papier väčších rozmerov, pretože pary jódu môžu znehodnotiť pracovnú plochu. Chemikálie a pomôcky musia byť vysušené, inak môže prísť k predčasnej iniciácii reakcie.

Do vyčistenej a vysušenej trecej misky dajte najviac 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).

Dajte na stôl veľký kus filtračného papiera a do jeho stredu položte treciu misku so zmesou. Potom opatrne prikvapnite trošku destilovanej vody zo stričky. O niekoľko sekúnd začne reakcia; najprv sa vytvorí sublimáciou veľké množstvo fialových pár jódu, ktoré sa pomaly rozplynú a zostanú len v trecej miske. 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.

PRINCÍP



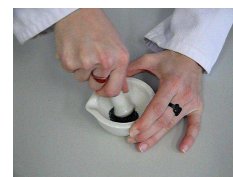
POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP



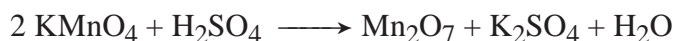
**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 13 Zapálenie ohňa pomocou vody

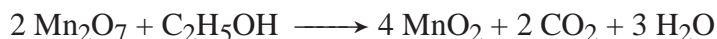
P 11 Blesky v skúmavke

Organické látky sa dokážu oxidovať bežnými anorganickými oxidačnými činidlami. Niektoré organické zlúčeniny sa oxidujú látkami ako manganistan draselný alebo dichróman draselný pokojne, za vzniku aldehydov alebo kyselín. Veľmi silné oxidačné činidlá, napríklad oxid manganistý, však dokážu organické látky zapáliť bez vonkajšieho impulzu.

Tento pokus je založený na takejto oxidácii, a je pri ňom možné pozorovať na rozhraní vrstiev kyseliny sírovej a etanolu záblesky. Priebeh sa dá vyjadriť dvomi rovnicami. Prvou z nich je vytvorenie tmavozelenej zlúčeniny, oxidu manganistého, reakciou manganistanu draselného s koncentrovanou kyselinou sírovou.



Druhou reakciou je oxidácia etanolu oxidom manganistým. Tento sa veľmi ľahko redukuje v prítomnosti organických látok na oxid manganičitý za vzniku atomárneho kyslíka, ktorý je vysoko reaktívny. Kyslík potom oxiduje etanol za vzniku plameňa a konečným produktom je voda a oxid uhličitý. Priebeh sa dá vyjadriť nasledovnou rovnicou:



stojan, svorky, väčšia skúmavka, kadičky, pipeta alebo striekačka

kyselina sírová, etanol, manganistan draselný



🕒 30^m celý pokus



Pri pokuse je nevyhnutné používať 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 oxidačnými činidlami, ktoré by mohli spôsobiť požiar!

Nalejte z fľaše do kadičky malé množstvo (do 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).

PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP



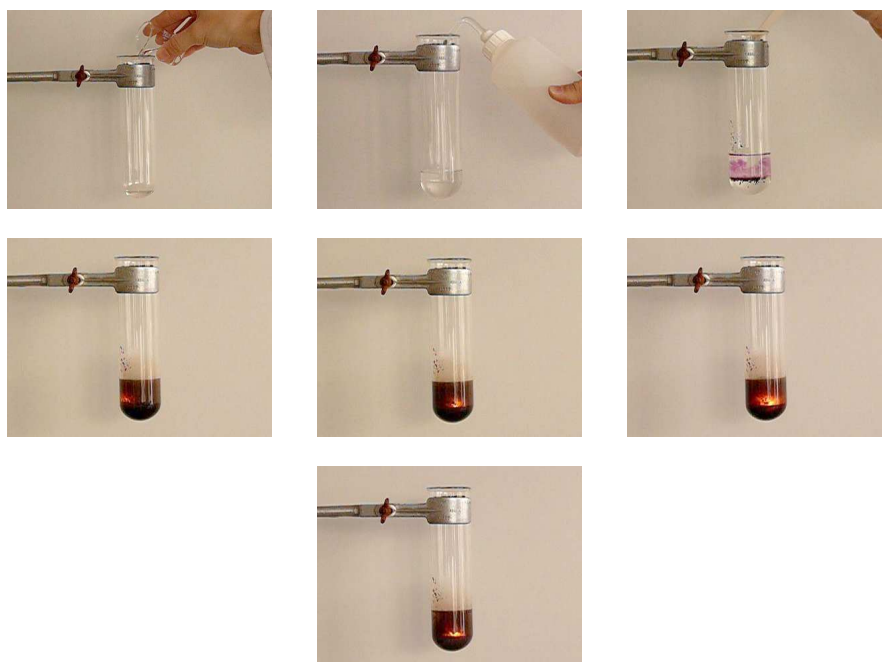


Skúmavku s kyselinou nakloňte a opatrne prilejte po stene etanol tak, aby sa vytvorili dve oddelené vrstvy – dole kyselina a hore etanol. Vrstva etanolu by mala mať výšku 3 – 4 cm.

Skúmavku s kyselinou a etanolom upevnite na laboratórny stojan vo vertikálnej polohe (tiež je možné ako *stojan* použiť aj vysokú kadičku s vodou, do ktorej vložíte skúmavku; voda tak funguje ako *zväčšovacia šošovka*) a nasypťe do nej kryštáliky manganistanu draselného (na špičku lyžičky).

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 V OBRAZOCH

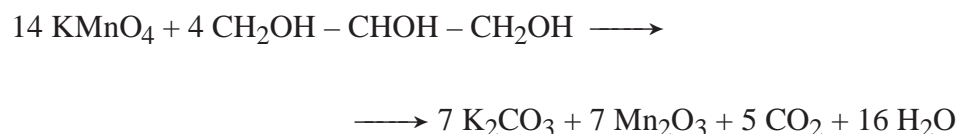


Obrázok 14 Blesky vznikajúce počas pokusu v skúmavke

P 12 Samozápalný glycerín

Manganistan draselný je silné oxidačné činidlo, ktoré dokáže oxidovať niektoré organické látky aj pri izbovej teplote. Jednou z takýchto ľahko oxidovateľných látok je glycerín. Táto látka svojím zložením a štruktúrou vytvára veľmi dobré podmienky pre prudkú oxidáciu. Pri reakcii sa uvoľňuje také veľké množstvo tepla, že dochádza ku vznieteniu glycerínu a vzniku nutých produktov oxidácie. Tiež je možné pri tomto pokuse pozorovať plameň, ktorého jemné fialové sfarbenie je spôsobené prítomnosťou draselných iónov v manganistane.

Pri oxidácii síce vznikajú rôzne organické látky, v podstate je ale reakcia ukončená rozkladom glycerínu na vodu a oxid uhličitý:



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

manganistan draselný, glycerol



10^m celý pokus



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

V trecej 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 pár kvapiek glycerínu a v krátkom čase (10 – 20 sekúnd) dôjde k *samovoľnému* vznieteniu oxidujúceho sa glycerínu.

PRINCÍP



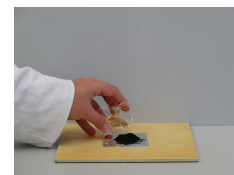
POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

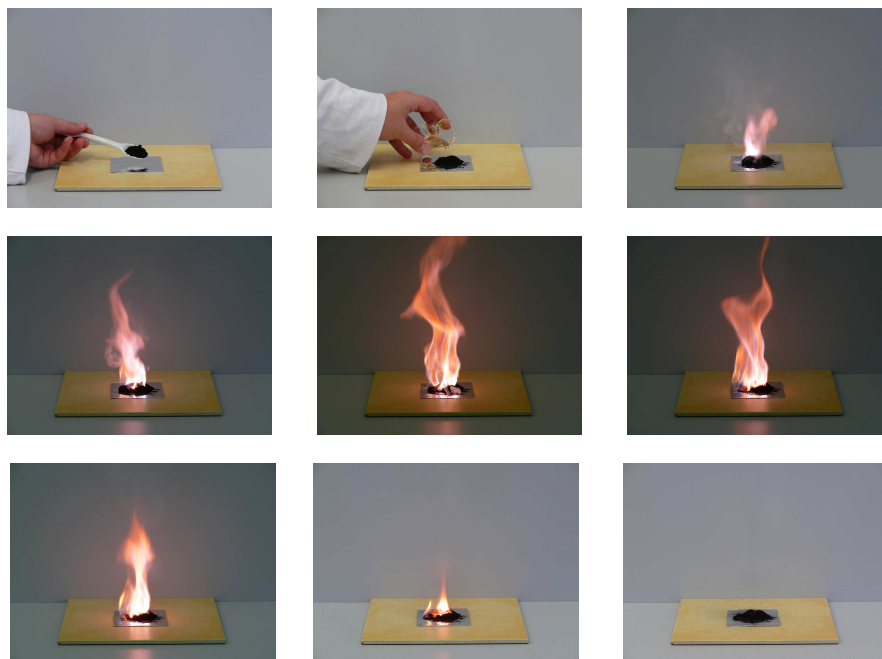
NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP



**POKUS
V OBRAZOCH**

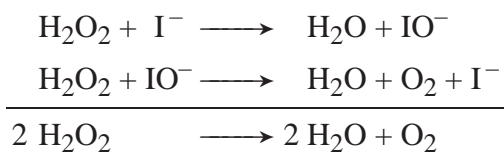


Obrázok 15 Vznietenie glycerínu po reakcii s manganistanom

P 13 Slonia pasta

Peroxid vodíka je látka, ktorá sa za normálnych podmienok skladovania pomaly rozkladá na kyslík a vodu. Niektoré látky rozklad podporujú, niektoré rozklad spomaľujú. Látky urýchľujúce rozklad peroxidu fungujú ako katalyzátory, teda je potrebné len malé množstvo látky a rozklad prebieha, pokiaľ je prítomný peroxid (takýmito látkami sú manganistan draselný či jodid draselný). Ak do takéhoto roztoku pridáte *penivú* látku, kyslík vznikajúci pri rozklade vytvorí z roztoku saponátu veľké množstvo peny.

V tomto pokuse pôsobí ako katalyzátor rozkladu peroxidu vodíka na vodu (vodná para) a kyslík jodid draselný. Kyslík vytvorí bublinky v saponáte a vzniká veľké množstvo peny, a pretože je reakcia exotermická, z peny sa ešte *parí*. Mechanizmus rozkladu a celkovú reakciu rozkladu peroxidu vodíka môžeme vyjadriť nasledovnou rovnicou:



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

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



20^m celý pokus



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 aspoň 250 ml.

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

PRINCÍP



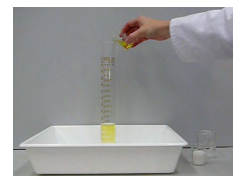
POMÔCKY

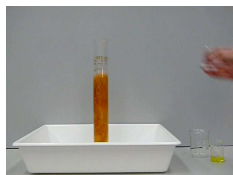
CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

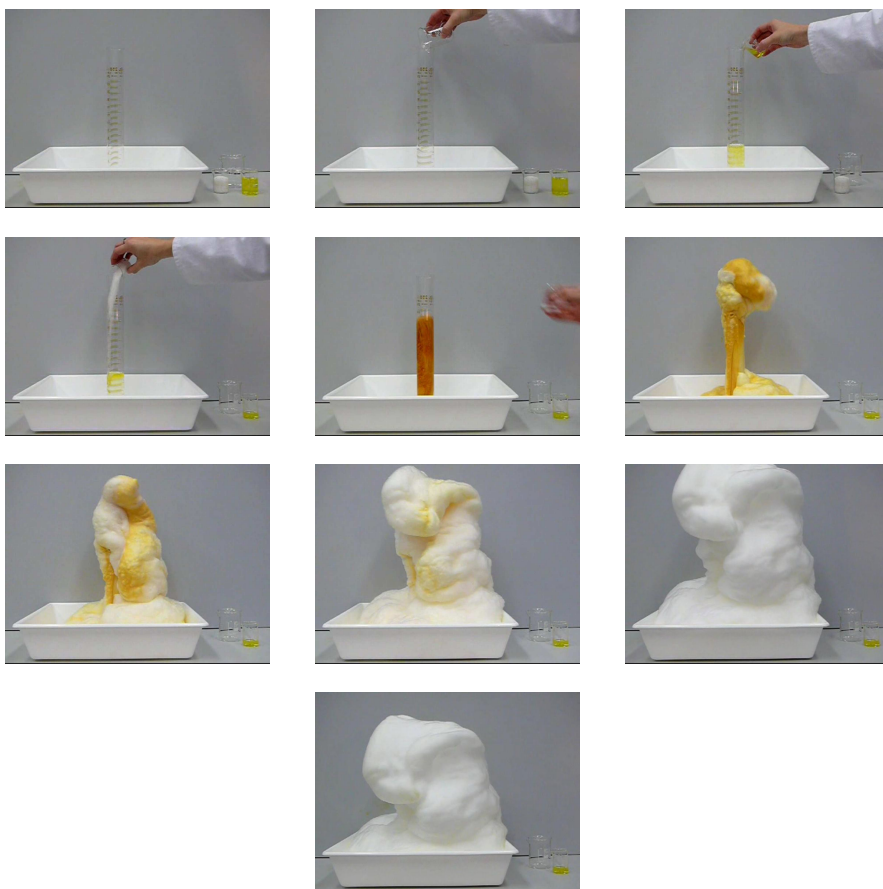
POSTUP





Teraz rýchlo nasypťte jodid draselný do odmerného valca s pripraveným roztokom. Okamžite nastane vo valci rozklad peroxidu vodíka a vznikajúci kyslík spôsobí intenzívny vývoj peny zo saponátového roztoku. Obsah vypení von a zachytí sa v pripravenej mise.

**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 16 Priebeh vývoja saponátovej sopky

P 14 Amoniaková fontána

Každý plyn je rozpustný v kvapalinách. Jeho rozpustnosť závisí od niekoľkých parametrov a ich vzťah charakterizuje Henryho zákon:

$$k_h = \frac{c_a}{p_g}$$

kde k_h je Henryho konštanta [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1}$], c_a je koncentrácia plynu v roztoku [$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$] a p_g je parciálny tlak plynnej fázy nad kvapalinou [Pa]. Z uvedeného vzťahu vyplýva, že rozpustnosť plynov v kvapalinách je tým vyššia, čím vyšší je parciálny tlak plynnej fázy a Henryho konštanta.

Niektoré plyny sa rozpúšťajú vo vode lepšie ako iné, čo sa dá určiť na základe veľkosti konštanty. Amoniak sa rozpúšťa vo vode veľmi rýchlo a ešte k tomu má Henryho konštanta vysokú hodnotu ($0,5 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1}$), z čoho vyplýva, že sa za normálneho tlaku v jednom litri vody môže rozpustiť až 1 200 kubických metrov plyného amoniaku. Táto hodnota spolu s veľkou rýchlosťou rozpúšťania sa dá využiť na pozorovanie deja, ktorý sa zvykne nazývať *amoniaková fontána*.

kahan alebo varič, sklenené trubičky, gumové zátky, varná banka, kadička (aspoň 1,5 násobok objemu varnej banky), kovový držiak, korkovrt

čpavková voda (25% roztok), indikátor



30^m aparatura + 10^m pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP

Pred samotným pokusom je nutná príprava. Nad kahanom vytiahnite sklenenú 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 kadičky, ktorá má asi jeden a pol násobok objemu varnej banky, nalejte vodu a pridajte do nej malé množstvo indikátora so zmenou farby v okolí pH 7,5. Do 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 nad dno banky. Potom ju 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
V OBRAZOCH**



Obrázok 17 Rozpúšťanie plynného čpavku vo vode

P 15 Horúci ľad

Každá látka sa pri rozpúšťaní či kryštalizácii tepelne prejavuje. Niektoré látky vynikajú v tom, že pri rozpúšťaní teplo spotrebovávajú (napríklad kryštálová sóda), iné teplo vyvíjajú (chlorid zinočnatý) a podobné deje prebiehajú aj pri kryštalizácii.

Z hľadiska rozpustnosti a deja kryštalizácie je veľmi zaujímavou látkou octan sodný. Za vhodných podmienok dokáže vytvárať *presýtený roztok* (je v ňom rozpustenej viac látky, ako je za danej teploty *normálne* možné), a tento roztok pri kryštalizácii vyvíja značné množstvo tepla (kryštalizácia presýteného roztoku octanu sa aj komerčne využíva na turistické ohrievacie sáčky).

Presýtenosť súvisí s javom, ktorý sa volá superkryštalizácia. Pripravuje sa pri nej roztok nasýtený pri vysokej teplote, a jeho riadeným ochladením sa zabráni kryštalizácii. Získa sa tak *presýtený roztok* a jeho vynútená kryštalizácia je zaujímavá tým, že prebieha veľmi rýchlo a vzniká látka podobná ľadu, ktorá je veľmi horúca.

zdroj tepla, kadičky, tyčinka, gumové zátky, Erlenmeyerove banky, tepelne nevodivá podložka, alobal, hodinové sklička, kryštalizačné misky

octan sodný



🕒 30^m príprava + 2^h chladnutie + 5^m pokus

Do menších kadičiek (minimálne tri) odvážite po 50 g kryštalického octanu sodného. Pridajte k nim po 5 ml destilovanej vody a kadičky umiestnite na varič. Medzitým si pripravte 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 doštička, na ktorej je filtračný papier).

Po rozpustení octanu v kadičkách nalievajte postupne horúce roztoky octanu do čistých 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 otrasom baniek.

PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

POSTUP





Po vychladnutí skontrolujte, v ktorých bankách octan vykryštalizoval (môžete ich zobrať a vybrať z nich vykryštalizovaný octan). Banky s čírym roztokom opatrne odzátkujte tesne pred použitím. Po odzátkovaní 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
V OBRAZOCH**



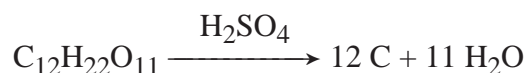
Obrázok 18 Superkryštalizácia octanu sodného

P 16 Hovienko v skúmavke

Dehydratačné činidlá dokážu odoberať vodu z akéhokoľvek prostredia. Mechanizmus je buď chemický, keď je voda odoberaná z prostredia chemickou reakciou, alebo fyzikálnym mechanizmom, založeným na absorpcii a rozpustnosti. Dehydratačné činidlá existujú buď v pevnom skupenstve (napríklad oxid fosforečný, hydroxid sodný či draselný, silikagél) alebo v kvapalnom skupenstve.

Najznámejším kvapalným dehydratačným činidlom je kyselina sírová. Jej schopnosť odoberať vodu z iných prostredí je vysoká vďaka veľkej rozpustnosti oxidu sírového vo vode a často sa aj využíva. Dehydratácia funguje nielen pri anorganických látkach, kyselina sírová dokáže odoberať vodu aj z niektorých organických zlúčenín, ktoré majú slabo viazané niektoré funkčné skupiny obsahujúce kyslík a vodík (najčastejšie – OH skupina). Takýmito látkami sú cukry, pričom najdostupnejším z nich je sacharóza, teda cukor, ktorý nájdete v kuchyni.

Podstatou tohto pokusu je teda dehydratácia *bežného cukru* v skúmavke kyselinou sírovou. Pretože sa pri rozpúšťaní vody v kyseline sírovej uvoľňuje veľké množstvo tepla, toto teplo spôsobí, že sa v skúmavke začne odparovať voda, ktorá začne *nafukovať* dehydratovaný cukor a začne vyplňať obsah skúmavky čiernou hmotou. Táto hmota nakoniec vystúpi zo skúmavky za značného zápachu po aldehydoch, ketónoch a kyselinách, ktoré sú sprievodným produktom tejto reakcie:



väčšia skúmavka (aspoň s priemerom 15 mm, prípadne malá kadička), kadička, stojan s držiakom

kyselina sírová, koncentrovaná (98%), sacharóza



10 minút celý pokus



PRINCÍP

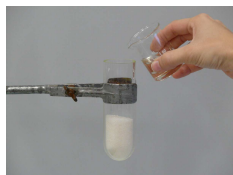


POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

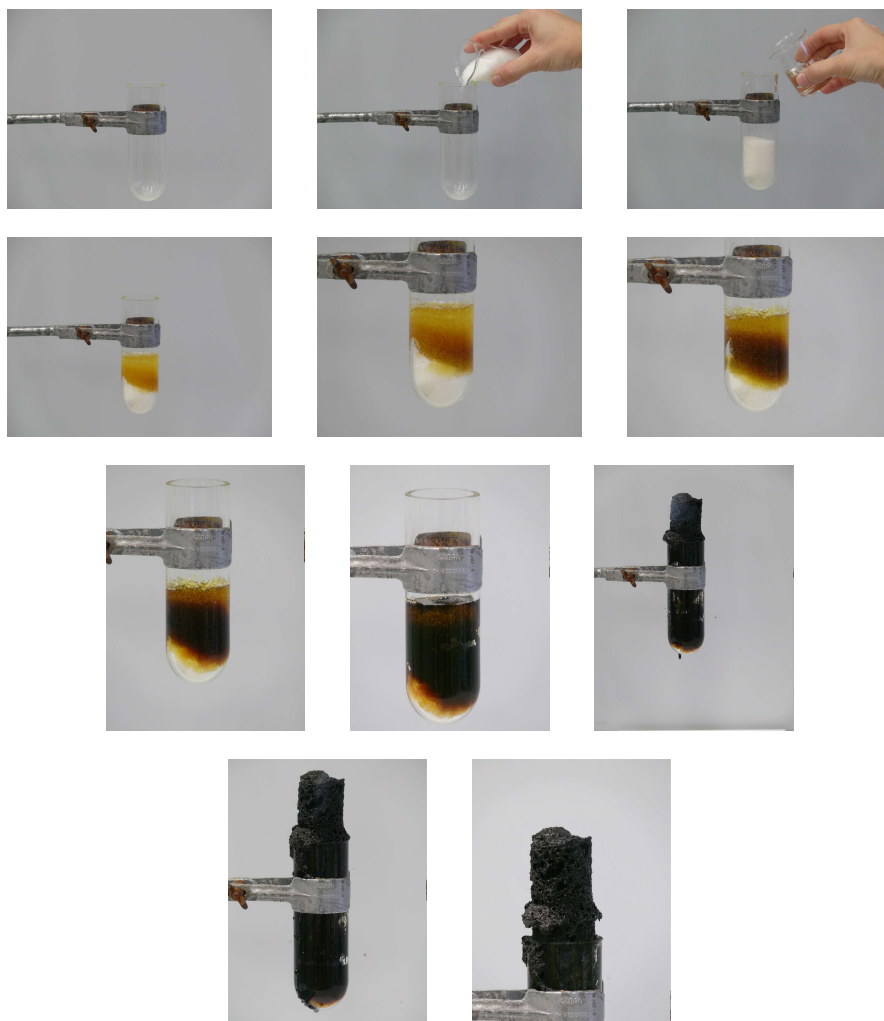
NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP

Do stojanu s držiakom upevníte veľkú skúmavku (skúmavky s väčším priemerom sa lepšie čistia) a nasypete do nej asi 2 cm vysokú vrstvu kryštálového cukru.

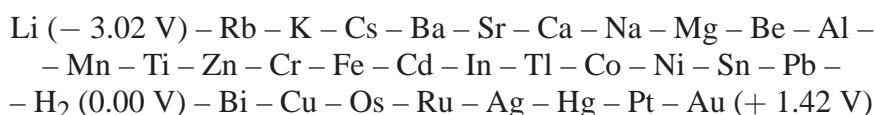
Do menšej kadičky si pripravte koncentrovanú kyselinu sírovú a nalejte ju na cukor pripravený v skúmavke. Cukor musí byť úplne pod hladinou kyseliny. Po krátkej chvíli začne obsah skúmavky tmavnúť a dehydratácia pokračuje až do úplného stmavnutia obsahu, pričom obsah sa začne nafukovať až vystúpi von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

**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 19 Hovienko v skúmavke

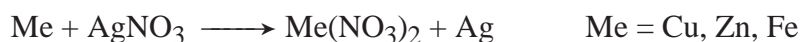
P 17 Príprava kryštalického striebra

Základom chemického vylučovania kovov sú oxidačno-redukčné reakcie. Z roztoku zlúčeniny môžete získať kov, ktorý je *elektrochemicky ušľachtilejší* ako kov, ktorý sa v ňom rozpúšťa. To, ktoré kovy sa dajú touto reakciou pripraviť je možné určiť z *elektrochemického radu kovov*:



Z roztoku je teda možné vyredukovať kov, ktorý má pozitívnejší potenciál, zároveň sa ale rozpúšťa (oxiduje) kov, ktorý má elektrochemický potenciál negatívnejší. Príkladom je príprava medi cementáciou, keď sa v roztoku modrej skalice rozpúšťa práškový zinok či železo a vznikajú kryštáliky medi.

Takouto reakciou je možné vyredukovať aj striebro z roztoku dusičnanu strieborného, napríklad pomocou medi. Vznikajúce kryštály striebra sa zväčšujú so znižujúcou sa rýchlosťou reakcie, teda so znižujúcou sa koncentráciou dusičnanu. Je ich možné pozorovať voľným okom; lepšie sa však pozorujú mikroskopom.



Petriho miska, mikroskop s pripojením na počítač

dusičnan strieborný (1% roztok), med', kúsky medených drôtikov

  30^m celý pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP

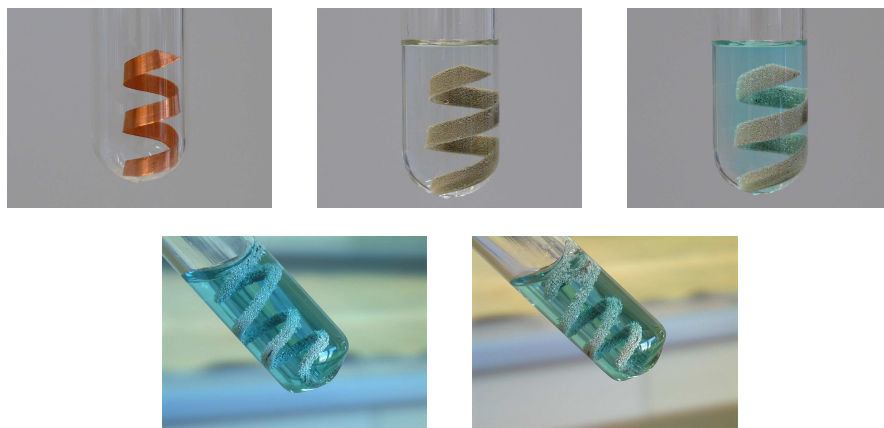
Prácu je potrebné robiť v rukaviciach, pretože roztok dusičnanu strieborného necháva na prstoch hnedé škvrny oxidu strieborného, ktoré sa ťažko odstraňujú!

Najprv pripravte 1% roztok dusičnanu strieborného rozpustením 0,1 g dusičnanu strieborného v 10 ml vody. Potom si pripravte Petriho misku a do nej vložte medený drôtik (môže byť aj železný alebo zinkový) a nalejte na neho roztok dusičnanu strieborného.

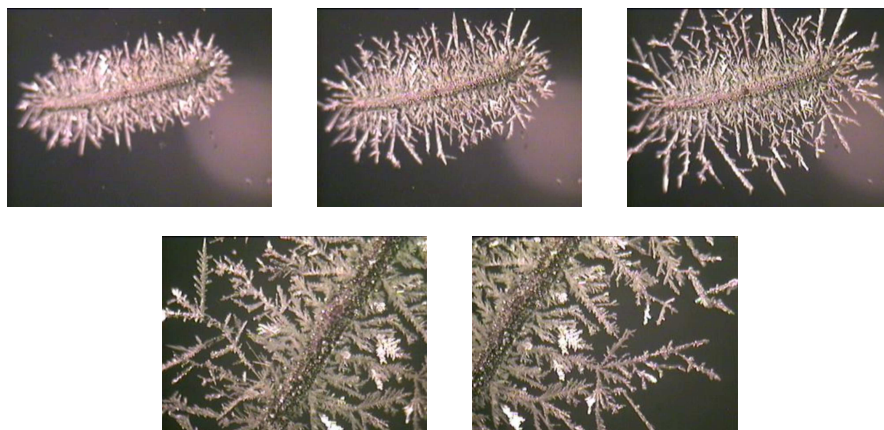


Asi po 20 minútach môžete pozorovať malé vyvíjajúce sa kryštálky striebra zakrývajúce povrch drôťku. Pre lepšie pozorovanie je možné použiť mikroskop (prípadne môže byť pripojený aj k počítaču).

**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 20 Vytváranie striebra na povrchu medenej špirály



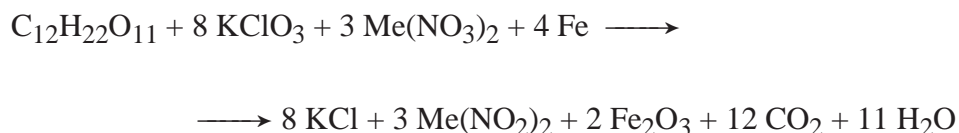
Obrázok 21 Tvorba striebra pod mikroskopom

P 18 Bengálske ohne

Pyrotechnické zlože sú mechanické zmesi látok, ktoré vybuchujú, vytvárajú (farebné) plamene či dymy. Do tejto kategórie látok radíme aj bengálske ohne, ktoré sú charakteristické tým, že plameň je intenzívne sfarbený. Sfarbenie sa dosahuje pridaním prchavých solí niektorých kovov, najlepšie je používať dusičnany či chloridy alkalických kovov a zemín. Úplne nevyhovujúce sú sírany. Pre *efekt prskania* sa používajú práškové kovy, na svetelné zvýraznenie plameňa sa môže použiť práškový horčík.

Základnou súčasťou každého bengálskeho ohňa je samotná pyrotechnická zlož, ktorej základnou vlastnosťou by malo byť to, že nefarbí plameň. Preto je vhodné používať zlože a oxidovadlá bez sodných kationtov, najlepšie sú zlúčeniny draslíka – chlorečnan, chloristan či dusičnan; ako palivo je potrebné vylúčiť drevené uhlie. Ak je pokus realizovaný vo vnútorných priestoroch, je doporučené ako palivo používať sacharózu (cukor), lebo nevznikajú páchnúce produkty. Lepším palivom je však prášková síra, ktorá však po spálení produkuje štiplavo zapáchajúci oxid siričitý.

Jedna z možných variánt reakčných pomerov bengálskeho ohňa sa dá opísať nasledovnou rovnicou:



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

nehorľavá podložka, filtračný papier, trecia miska

chlorečnan draselný, dusičnan strontnatý, dusičnan báratý, sacharóza, železo, práškové



20^m celý pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

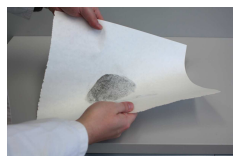
NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

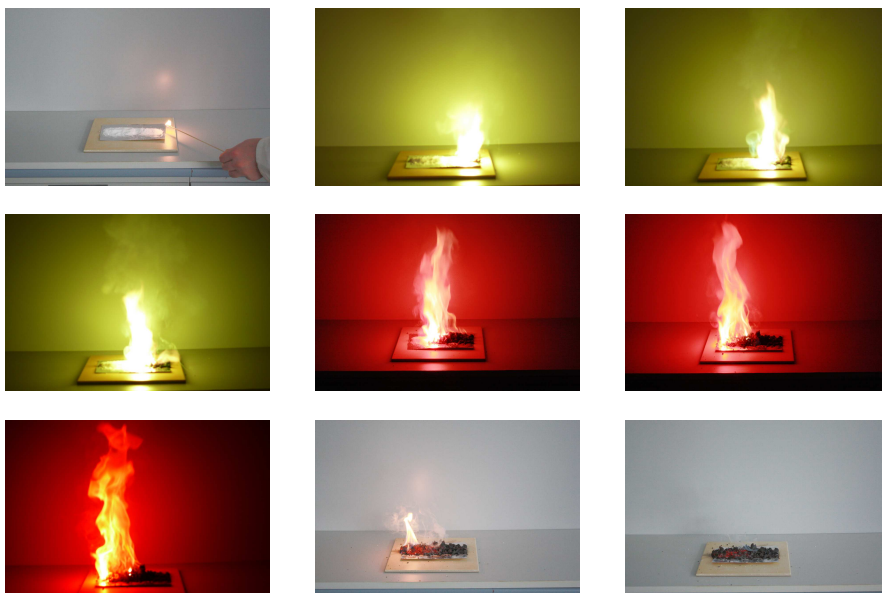
POSTUP

Veľmi opatrne rozotrite v trecej miske samostatne každú látku – chlorečnan, dusičnany a sacharózu. Jemne rozotreté zložky si ukladajte na kúsky filtračného papiera. **POZOR!** Po rozotretí každej látky musíte miskú aj tlčik 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 bárnateho. Potom pridajte 4 lyžičky jemne rozotretej sacharózy. Nakoniec môžete pridať polovicu lyžičky práškoveho železa. Ak máte plastovú lyžičku, môžete ňou zmes opatrne zamiešať, dokonalé premiešanie docielte presýpaním v papieri.



Po príprave obidvoch zmesí (jedna s dusičnanom bárnatým, druhá so strontnatým) si pripravte nehorľavú podložku a nasypťe na ňu pyrotechnické zlože v hrúbke asi 1 cm do nejakého tvaru. 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, zo zlože vyletujú žeravé čiastočky horiaceho železa.

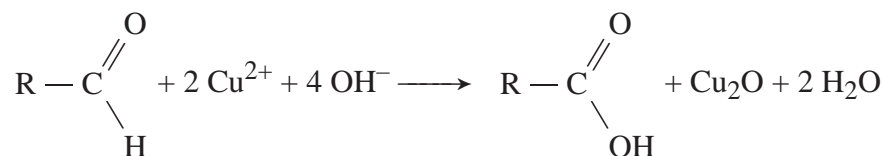
**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 22 Červený a zelený bengálsky oheň

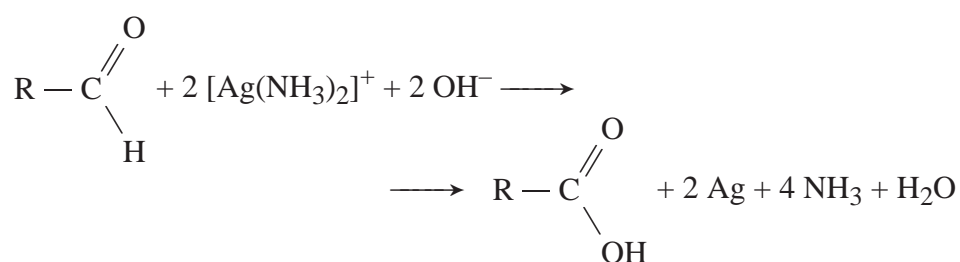
P 19 Dôkaz redukujúcich cukrov

Organické látky obsahujúce aldehydickú skupinu sa vyznačujú redukčnými vlastnosťami. Okrem klasických aldehydov obsahujú túto skupinu aj cukry, všeobecne nazývané aldózy a typickým predstaviteľom je glukóza. Prítomnosť tejto skupiny v molekule sa dá dokázať dvomi spôsobmi, pričom obidva sú založené na oxidácii aldehydu a redukcii pôsobiaceho činidla – z Fehlingovho činidla sú schopné vyredukovať oranžový oxid meďný a z Tollensovoho činidla strieborné zrkadlo.

Klasické aldehydy tiež redukujú tieto roztoky, ale výsledok ich reakcie nebýva často pri Tollensovom činidle vizuálne taký zaujímavý ako v prípade cukrov (často dochádza k jeho sčernaniu a nevytvorí sa strieborné zrkadlo). Aby reakcia v prípade cukrov vôbec prebehla, je potrebná zvýšená teplota roztoku, potom sa výsledok dostaví v časovom horizonte jednej až dvoch minút. Samotné chemické reakcie prebiehajúce pri tomto pokuse sú jednoduché, v prípade Fehlingových roztokov sa dajú opísať nasledovnou rovnicou:



Podobne ako v predchádzajúcom prípade, aj Tollensovo činidlo oxiduje aldehydickú skupinu glukózy na karboxylovú skupinu, pričom sa redukuje na kovové striebro:



skúmavky, kadičky, tyčinka, držiak na skúmavky, kahan

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

  30^m príprava roztokov + 15^m pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP

Najprv je potrebné pripraviť Fehlingove roztoky a Tollensovo činidlo.

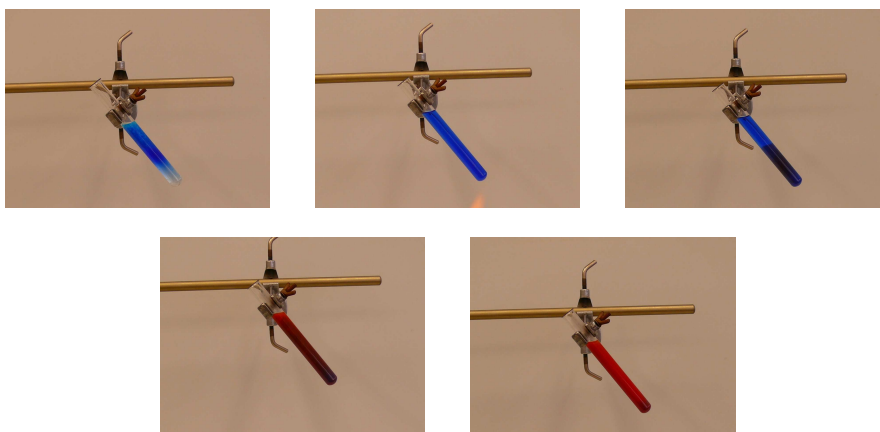
Tollensov roztok sa pripraví tak, že rozpustíte 3 g dusičnanu strieborného v 30 ml čpavkovej vody s koncentráciou 25 % (musí sa pridávať dusičnan do čpavkovej vody, nikdy nie naopak!). Po rozpustení dusičnanu sa pridá k tomuto roztoku 30 ml 10 % roztoku hydroxidu sodného (3 g hydroxidu v 27 ml vody).



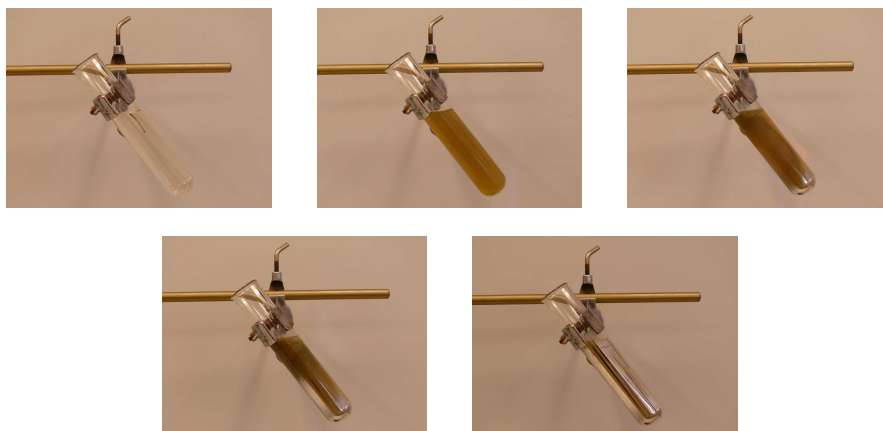
Fehlingove roztoky sú dva a pred použitím sa miešajú v pomere 1:1. *Fehlingov roztok I* sa pripraví rozpustením 39 g pentahydrátu síranu meďnatého (modrej skalice) v 500 ml odmernej banke. *Fehlingov roztok II* sa pripraví rozpustením 173 g tetrahydrátu vínanu sodno-draselného (Seignetovej soli) a 60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



Teraz je už len potrebné pripraviť roztok glukózy vo vode rozpustením polovice lyžičky v 100 - 200 ml vody. Potom je potrebné v skúmavke zmiešať rovnaké objemy skúmadla (Fehlingov roztok alebo Tollensovo činidlo) a roztoku glukózy. Následne dajte skúmavku do držiaku alebo ju pripevnite na stojan a pomaly ju 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, je nutné použiť koncentrovanú kyselinu dusičnú!)

**POKUS
V OBRAZOCH**

Obrázok 23 Dôkaz glukózy Fehlingovým činidlom

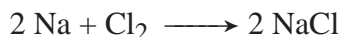


Obrázok 24 Dôkaz glukózy Tollensovým činidlom

P 20 Príprava kuchynskej soli z prvkov

PRINCÍP

Kuchynská soľ je veľmi dôležitou zlúčeninou. Dá sa pripraviť niekoľkými postupmi, jeden z najzaujímavejších je syntéza z prvkov. Táto reakcia je nebezpečná, ale vizuálne efektná a dá sa opísať jednoduchou rovnicou



Reakcia sa nerozbehne samovoľne, je potrebné ju iniciovať kvapkou vody. Po iniciácii dochádza k redoxnej reakcii medzi plynným chlórrom a sodíkom, pričom reakčná zmes v banke počas syntézy *intenzívne svieti*. Reakcia je veľmi exotermická, preto je nutné ju realizovať na nehorľavom podklade, napríklad piesku.

Dôležitá pre túto reakciu je príprava chlóru, ktorým sa naplní varná banka, kde bude syntéza prebiehať. V laboratóriu sa dá chlór pripraviť reakciou manganistanu draselného alebo chlórového vápna s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou podľa nasledovnej rovnice:



POMÔCKY

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

CHEMIKÁLIE

manganistan draselný, hydroxid draselný, kyselina chlorovodíková, sodík

NÁROČNOSŤ



45^m aparátúra, príprava chlóru + 20^m pokus

RIZIKÁ

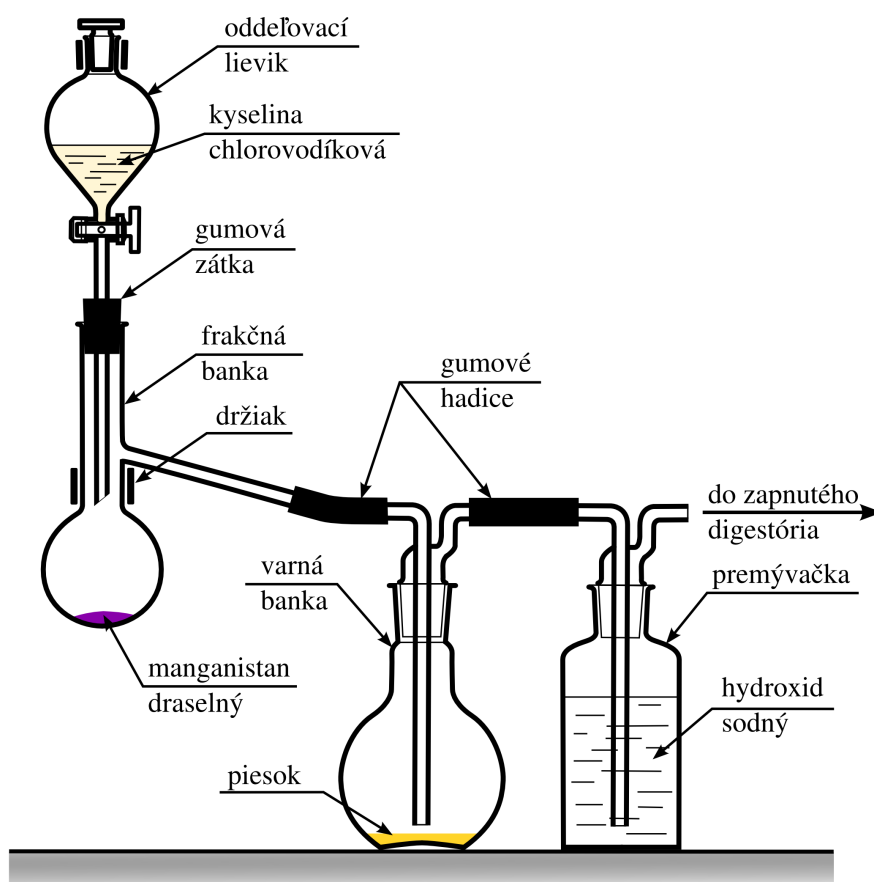


POSTUP

Tento pokus je veľmi nebezpečný, preto je treba bezpodmienečne dodržiavať pracovný postup a musíte pracovať v ochrannom odevu, v rukaviciach, s okuliarmi a v uzatvorenom zapnutom digestóriu!



Najprv je potrebné naplniť banku pre syntézu plynným chlórrom. Ten sa dá bezpečne pripraviť napríklad v aparátúre, ktorej schematické zobrazenie je na obrázku 25 na nasledujúcej strane. V digestóriu si pripravte varnú banku a na jej dno nasypete asi 1 cm vrstvu suchého piesku (nesmie byť vlhký) a umiestnite ju do aparátúry. Do frakčnej banky dajte asi polovicu lyžičky manganistanu draselného a upevnite ju do držiaku. Do hrdla banky dajte gumovú zátku, v ktorej je oddeľovací lievrik. Z bočnej rúrky banky



Obrázok 25 Aparatúra pre prípravu chlóru na syntézu chloridu sodného

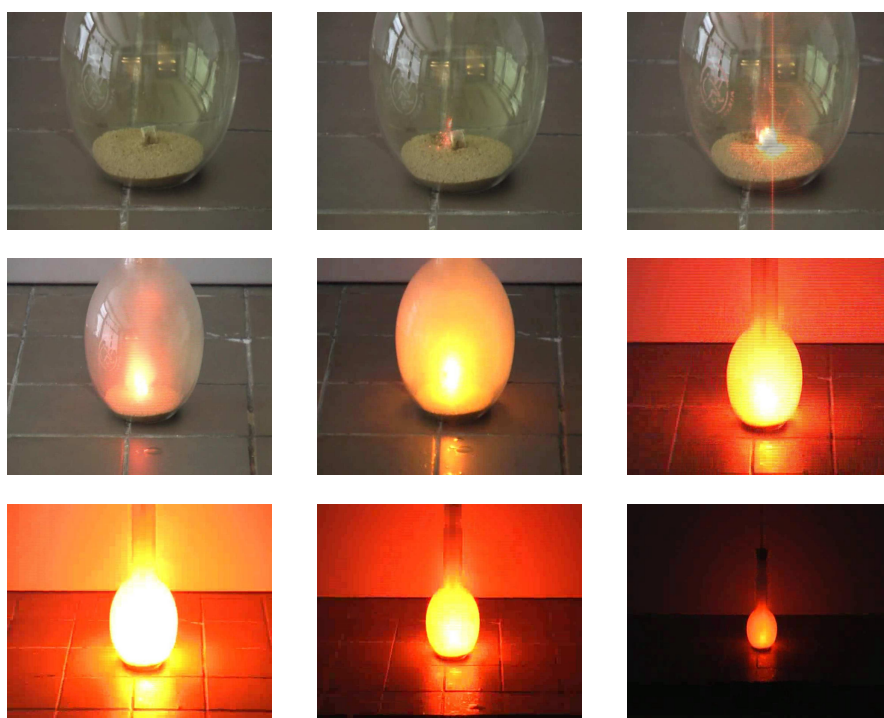
vedte plyn pomocou hadice a tú pripojte na dlhšiu trubičku zo zábrusovej zátky premývačky, kratšia rúrka zátky musí byť výstupná a vedie do ďalšej premývačky, ktorú naplníte roztokom hydroxidu sodného s koncentráciou 15 – 20 % (je na zachytávanie chlóru). Zapnite digestorium a do oddeľovacieho lievika 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, dajte na kus filtračného papiera banku naplnenú chlór. 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 (nasadení zátky na banku musí byť vnútri) Banku s chlórrom odzátokujte a na jej miesto dôkladne nasadte zátku s trubičkou a sodíkom. Cez trubičku potom špajľou opatrne uvoľníte sodík tak, aby spadol na piesok pod trubičkou. Teraz opatrne pomocou stričky streknite malé malé množstvo vody do banky cez trubičku tak, aby kvapla na sodík. Tým príde k iniciácii a sodík následne *zhorí* v atmosfére chlórru za vývoja veľkého množstva tepla a svetla na kuchynskú soľ.

**POKUS
V OBRAZOCH**

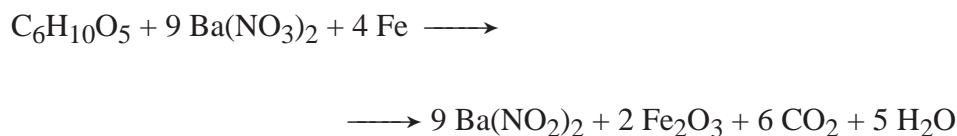


Obrázok 26 Zlučovanie chlórru so sodíkom

P 21 Vianočná prskavka



Vianočná prskavka je špeciálna pyrotechnická zlož (kapitola P 18). Jej zložky pri správnej aplikácii horia špecifickým spôsobom, ako oxidovadlo sa používa najčastejšie dusičnan bárnatý a ako palivo dextrín. Efekt *prskania* je realizovaný prídavkom práškoveho železa, teda odletujúce *iskry* sú vlastne horiace práškové železo. Dextrín sa okrem toho, že pôsobí v zmesi ako palivo, pridáva ako lepiaca súčasť – v prítomnosti vody *zlepí* všetky súčasti zložu do jedného celku.

Nasledujúca rovnica môže byť vyjadrením možných reakčných pomerov zložiek prskavky:



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

dusičnan bárnatý, železo, hliník, dextrín

  3^h dextrín + 30^m príprava + 1^d sušenie + 20^m pokus



PRINCÍP



POMÔCKY

CHEMIKÁLIE

NÁROČNOSŤ

RIZIKÁ

POSTUP

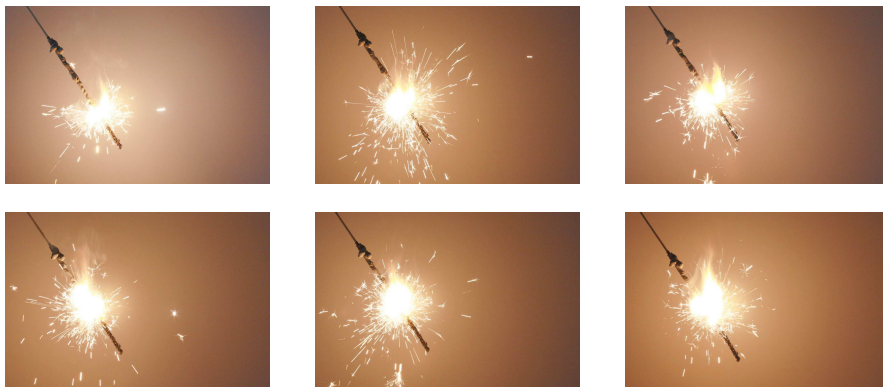
Ak nemáte dextrín, je nutné si ho najprv pripraviť. Na rovný a čistý plech (môže byť pokrytý vrstvou alobalu) dajte tenkú vrstvu kukuričného škrobu. Potom vložte plech do sušiarne vyhriatej na 200 °C a nechajte škrob v sušiarne minimálne 2 hodiny pražiť. Dôležité je pritom každých 8 - 10 minút premiešať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

Teraz odvážte do menšej 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 lepiavá kaša. Túto kašu naneste na pripravené drôty (môžu byť aj vysušené špagle, impregnované vodným sklom) v niekoľkých vrstvách a pripravené prskavky nechajte voľne vyschnúť a schnutie dokončíte v sušiarne pri nižších teplotách, okolo 50 – 60 °C.



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

**POKUS
V OBRAZOCH**



Obrázok 27 Horenie vianočnej prskavky

KAPITOLA 4

Zoznam používaných chemikálií

Úvod

Každá chemická látka v sebe skrýva riziko. Pri dodržiavaní zásad bezpečnej práce v laboratóriu však žiadne nebezpečné situácie nehrozia. Väčšina látok samozrejme nie je mimoriadne toxická, výbušná či horľavá, ale môžu spôsobiť problémy. Aj v pokusoch popísaných v tejto publikácii sú využívané rôzne chemické látky. Niektoré sú rizikové, iné zase môžete nájsť v kuchyni ako súčasti pridávané do jedál. V tejto kapitole sú opísané niektoré vlastnosti chemických látok (farba, skupenstvo, rozpustnosť, reaktivita . . .), ich rizikové vlastnosti a to, ako je možné minimalizovať následky pôsobenia týchto látok.

Najohrozenejšie časti ľudského organizmu pri práci v chemickom laboratóriu sú oči, pokožka a dýchacie orgány. Preto je potrebné tieto časti vždy chrániť dodržiavaním zásad bezpečnej práce a používaním ochranných pomôcok. Takto zabránite ohrozeniu zdravia alebo života všetkých v laboratóriu.

CH 1 Bromičnan sodný



Biela kryštalická látka a silné oxidovadlo. Je veľmi dobre rozpustný vo vode, a podobne ako jodičnan nesmie prísť do styku s ľahko horľavými látkami. Dá sa z neho vyredukovať bróm, ktorý je prchavý a môže preto pôsobiť jedovato. Pôsobí pri vdýchnutí a požití, čiastočne dráždi pokožku. V prípade požitia je dôležité postihnutému podať aktívne uhlie, vyvolať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc.



CH 2 Bromid sodný



NaBr



Biela kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode. V lekárstve sa používa pri epileptických záchvatoch, alebo ako sedatívum. Vo veľkých množstvách (desiatky gramov) je jedovatý, do organizmu sa môže dostať vdýchnutím alebo požitím. Chronické pôsobenie látky sa prejavuje ako *bromaderma*. Ako prvá pomoc pri požití sa odporúča čo najrýchlejšie vyvolať zvracanie. Pri všetkých prípadoch otravy je nutné vyhľadať lekársku pomoc.

P 7 (str. 37)

CH 3 Čpavková voda



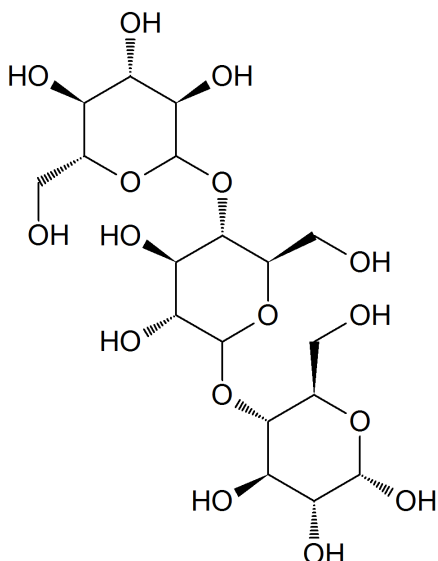
NH₃



Kvapalná látka bez farby (niekedy slabo zakalená) s charakteristickým štiplavým, dráždivým zápachom s neobmedzenou rozpustnosťou vo vode. Je to žieravá látka, ktorá pri kontakte vážne poškodzuje kožu, tráviaci trakt a oči, dlhodobý priamy kontakt môže viesť k smrti. Výpary silno dráždia dýchacie cesty a pri vysokých koncentráciách môžu vážne poškodiť zrak. Na organizmus pôsobí ako silná zásada, ktorá je nehorľavá. Uvoľňujú sa z nej pary amoniaku, ktoré môžu so vzduchom vytvárať výbušné zmesi. K vznieteniu môže dôjsť len pri vysokých koncentráciách, za vysokých teplôt a pri veľmi silnom zdroji iniciačnej energie. Pri kontakte s kyselinami dochádza k búrlivým exotermickým reakciám. V prípade nadýchania je dôležité postihnutého vyniesť na čerstvý vzduch, prípadne mu dať dýchať kyslík, pri požití je treba vypiť veľké množstvo vody alebo mlieka. Pri zasiahnutí pokožky alebo očí je nutné zasiahnuté miesto dôkladne umyť tečúcou vodou a vo všetkých prípadoch zasiahnutia či otravy je nutné vyhľadať lekársku pomoc.

P 14 (str. 51); P 19 (str. 61)

CH 4 Dextrín

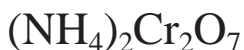


Je to žltá až hnedá jemne prášková látka prírodného pôvodu. Je čiastočne rozpustný vo vode, výsledkom je lepivá kaša. *Lepivosť* je priemyselne využívaná najmä v papierenskom priemysle. Dextrín a dá sa pripraviť pomalým tepelným rozkladom alebo teplom podporovanou kyslou hydrolyzou kukuričného škrobu. Pretože je to prírodná látka, toxické pôsobenie zaznamenané nebolo. Rozptýlený prach môže spôsobiť problémy dýchacieho ústrojenstva či za určitých okolností vybuchnúť.



P 21 (str. 67)

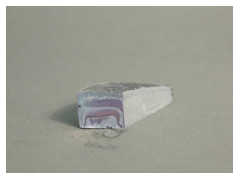
CH 5 Dichróman amónny



Oranžová lesklá kryštalická látka. Je citlivá na teplo, pôsobením ktorého sa rozkladá na vodu, dusík a oxid chromitý a pôsobí oxidačne aj na ľahko horľavé látky, s ktorými nesmie prísť do styku pri skladovaní. Je to mimoriadne toxická látka, pri vdýchnutí deštruuje dýchací systém a spôsobuje pri dlhšej expozícii pľúcny edém. Pri požití spôsobuje silné poleptanie, podobne ako po styku s pokožkou a očami. Rovnaké problémy môže spôsobiť aj dlhodobá expozícia a predpokladá sa, že je karcinogénny. Pri požití sa nevyvoláva zvracanie ale dá sa postihnutému vypiť veľké množstvo vody, pri zasiahnutí pokožky alebo očí je nutné miesto oplachovať veľkým množstvom vody. Vo všetkých prípadoch otravy je potrebné vyhľadať lekársku pomoc.

P 1 (str. 25)

CH 6 Draslík



K



Draslík je striebrobiely mäkký kov, ktorý sa dá krájať nožom. Je mimoriadne reaktívny, preto sa skladuje pod vrstvou inertnej kvapaliny (najčastejšie petrolej). Veľmi nebezpečne reaguje s vodou za vývoja vodíka a hydroxidu, pričom vzniká aj veľké množstvo tepla. Pri reakcii pláva na hladine roztavený a horí fialovým plameňom. Občas môžu vyletovať horiace pevné častice. Je nevyhnutné pracovať s maximálnou opatrnosťou a ochrannými pomôckami (okrem plášťa hlavne okuliare a rukavice). Požitie je životu nebezpečné. Styk s pokožkou spôsobuje ťažké popáleniny a poleptanie, ktoré sa dá tmiť použitím veľkého množstva vody na zasiahnuté miesto a vyhľadáním lekárskej pomoci. Prudká reakcia s vodou nesmie prebiehať v uzatvorenom priestore, pretože môže dôjsť k výbuchu vzniknutého vodíka.

P 9 (str. 41)

CH 7 Dusičnan bárnatý



Ba(NO₃)₂



Bezfarebná kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode. Pôsobí ako oxidačné činidlo, nesmie teda pri skladovaní prísť do kontaktu s ľahko horľavými látkami. Je mimoriadne toxický, pôsobí pri vdýchnutí, požití ale aj na pokožku a sliznice. V prípade otravy pôsobí veľmi vážne na svaly. Pri požití je potrebné okamžite vyvolať zvracanie a dať postihnutému vypiť síran horečnatý a sodný vo vode (vzniká netoxický síran bárnatý), a je tiež nutné vyhľadať lekársku pomoc.

P 18 (str. 59); P 21 (str. 67)

CH 8 Dusičnan draselný



Biela práškovitá látka, pripomínajúca kuchynskú soľ, ktorá je dobre rozpustná vo vode a na vzduchu je mierne hygroskopická. Má silné oxidačné účinky, preto nesmie prísť do styku s organickými látkami a horľavými anorganickými látkami ako sú síra či uhlík. Rozotierať sa môže len v čistých miskách bez prítomnosti horľavín, v prípade mechanickej zmesi dusičnanu s horľavou látkou sa nesmie umiestňovať do uzatvorených nádob a nesmie sa ani zahrievať, mohlo by prísť k výbuchu. Má škodlivé účinky, pôsobí na dýchací a tráviaci trakt a v prípade požitia je potrebné vyvolať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc.

P 2 (str. 27)

CH 9 Dusičnan strieborný



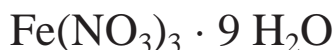
Bezfarebná kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode a ľahko sa redukuje na kovové striebro. Pôsobí mimoriadne deštruktívne pri vdýchnutí na sliznice dýchacieho ústrojenstva, rovnako tak spôsobuje silné popáleniny pri požití alebo kontakte s pokožkou. Požitie sa môže skončiť smrťou. Pri požití je nutné dať postihnutému vypiť veľké množstvo vody a vyhľadať okamžite lekársku pomoc. Pri zasiahnutí pokožky je nutné čo najskôr dôkladne umyť vodou; na pokožke po zasiahnutí dusičnanom strieborným ostávajú hnedé škvrny (oxid strieborný).

P 17 (str. 57); P 19 (str. 61)

CH 10 Dusičnan strontnatý

Bezfarebná kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode. Najčastejšie je dodávaný ako tetrahydrát, ktorý ponechaním na vzduchu zvetráva. Má oxidačné účinky, preto je treba sa vyvarovať styku s ľahko horľavými látkami. Dráždi dýchacie cesty pri nadýchnutí, ale v prípade požitia nie je jedovatý, lebo vstrebávanie strontnatých solí je slabé. Významná je chronická toxicita, dôsledkom ktorej môže byť poškodenie obličiek, srdca a pečene. V prípade požitia sa vyvolá zvracanie a vyhľadá lekársku pomoc.

P 18 (str. 59)

CH 11 Dusičnan železitý

Ružová kryštalická látka, ktorá je vo vode dobre rozpustná na hrdzavožltý roztok. Je mierne hygroskopická. Pôsobenie je obmedzené len na dráždenie dýchacieho či zažívacieho traktu. Požitie veľkého množstva môže spôsobiť nadmerné nahromadenie železa v tele. Pri požití je potrebné vyvolať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc.

P 3 (str. 29)

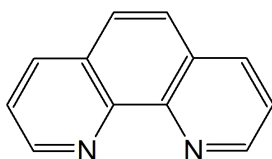
CH 12 Etanol

Bezfarebná kvapalina príjemného zápachu. Je toxická vo vyšších koncentráciách, nižšie koncentrácie spôsobujú *opojenie*, ktoré je nasledované *stavom opice*, spôsobeným metabolickým produktom acetaldehydom. Okrem toho spôsobuje vysušovanie pokožky a dlhodobé vdychovanie pár spôsobuje opojenie. V laboratóriu sa okrem čistého stavu používa aj vo forme *denaturovaného liehu*, čo je etanol s malým obsahom iných látok,

ktoré spôsobujú slabú nevoľnosť či bolesti hlavy. V prípade požitia väčšieho množstva je možné zabrániť nepríjemným následkom podaním veľkého množstva vody. V prípade požitia smrteľnej dávky je nutné vyvolať zvracanie alebo vypláchnuť žalúdok. Je tiež potrebné vyhľadať lekára.

P 1 (str. 25); P 4 (str. 31); P 5 (str. 33); P 8 (str. 39); P 11 (str. 45)

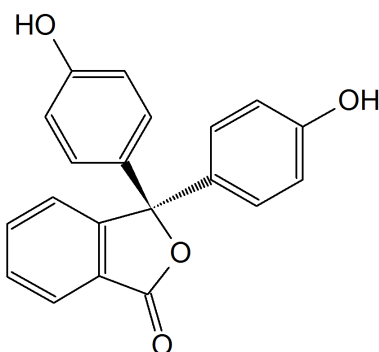
CH 13 Fenantrolín



Bezfarebná kryštalická látka so slabým zápachom, ktorá je veľmi málo rozpustná vo vode, zato je veľmi dobre rozpustná v acetóne. Je to slabý neurotoxín, ale silný nefrotoxín a veľmi silné diuretikum. Okrem toxických účinkov sa predpokladajú aj karcinogénne účinky. V prípade požitia je treba podať veľké množstvo vody, nevyvolávať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc.

P 7 (str. 37)

CH 14 Fenolftaleín



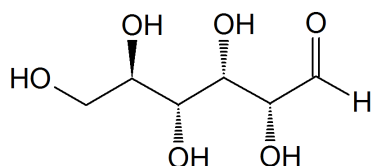
Často využívaný acidobázický indikátor. Je to bezfarebná kryštalická látka, ktorá je nerozpustná vo vode. Pre použitie pri experimentoch sa rozpúšťa v alkoholoch (najčastejšie etanol). Ide o slabú kyselinu, ktorá je v kyslom prostredí bezfarebná a v zásaditom prostredí je sfarbená do ružova. V silne



alkalickom prostredí stráca zafarbenie. Vo väčších množstvách má pravdepodobne karcinogénne účinky, avšak v malých množstvách využívaných pri experimentoch je neškodný. Dá sa využiť ako laxatívum, a to aj vo veľmi malých množstvách. Iné toxické účinky nie sú známe.

P 4 (str. 31); P 9 (str. 41)

CH 15 Glukóza



Biela kryštalická látka so sladkou príchuťou. Je veľmi dobre rozpustná vo vode a patrí do skupiny aldóz (redukujúcich cukrov). Toxické pôsobenie nebolo dokázané. V lekárstve sa využíva ako zdroj energie (glukózové infúzie). Nesmie prísť do styku s oxidovadlami, pretože môže po zapálení zmesi spôsobiť požiar.

P 5 (str. 33); P 19 (str. 61)

CH 16 Glycerol



Bezfarebná kvapalina s vysokou viskozitou, tiež nazývaná aj glycerín, chemicky je to propán-1,2,3-triol. Dobre sa rozpúšťa vo vode a je súčasťou molekúl tukov. Je často využívaný v kozmetických prípravkoch (krémy) či rôznych farmaceutických výrobkoch, ale používa sa tiež pri výrobe výbušnín. Toxicita je minimálna, známe je len mierne dráždenie pokožky, ktoré sa odstráni opláchnutím vodou. V prípade požitia je však vhodné vyvolať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc.

P 12 (str. 47)

CH 17 Hexakynožeľeznatán draselný



Nazývaný tiež *žltá krvná soľ* či ferrokyanid draselný. Je veľmi dobre rozpustný vo vode a reaguje so železitými iónmi za vzniku farbiva *Berlínska modrá*, ktorá sa kedysi využívala pri modrotlačí. Je mierne toxický, vdychnutie pôsobí mierne dráždivo, pri požití sa príznaky objavujú až po požití veľkého množstva látky. V takomto prípade je dobré vypiť väčšie množstvo vody a vyhľadať lekársku pomoc.

P 3 (str. 29)



CH 18 Hliník



Al

Hliník je striebrobiely kov, ktorý sa veľmi ochotne zlučuje s kyslíkom. Na povrchu sa vytvára tenká vrstvička oxidu hlinitého, ktorá chráni hliník pred ďalšou oxidáciou. Toxicita kovového hliníka nebola dokázaná (používajú sa napríklad hliníkové príbory). Zlúčeniny hliníka sa tiež využívajú ako antacidy. Vdychovanie jemných častíc oxidu hlinitého môže spôsobiť aluminózu. Práškový hliník nesmie prísť do styku s oxidovadlami a látkami, ktoré majú v molekule kyslík, pretože by mohlo za určitých okolností prísť k požiaru či výbuchu. Nebezpečne reaguje s halogénmi.

P 10 (str. 43); P 21 (str. 67)



CH 19 Hydroxid draselný



KOH



Biela tuhá látka, na vzduchu je mimoriadne hygroskopická (do niekoľkých minút je schopná vytvoriť roztok z vodných pár vo vzduchu). Je to veľmi silný hydroxid, ktorý spôsobuje silné poleptanie tráviaceho traktu aj pokožky. Po zasiahnutí je nutné dôkladne umyť pokožku vodou a pri väčšom rozsahu je nutné privolať lekára. V prípade požitia je dôležité vypiť veľké množstvo vody, ale nevyvolávať zvracanie a privolať lekára. Látka sa po požití nesmie neutralizovať kyselinou!

P 20 (str. 64)



CH 20 Hydroxid sodný**NaOH**

Biela tuhá látka, ktorá je na vzduchu rovnako ako hydroxid draselný mimoriadne hygroskopická. Tiež je to veľmi silný hydroxid, ktorý spôsobuje silné poleptanie tráviaceho traktu a pokožky. Po zasiahnutí je dôležité dôkladne umyť pokožku vodou a pri väčšom rozsahu je nutné privolať lekára. V prípade požitia musí postihnutý vypiť veľké množstvo vody, ale nevyvolávať zvracanie. Je potrebné ihneď privolať lekára. Látka sa po požití nesmie neutralizovať kyselinou!

P 5 (str. 33), P 19 (str. 61)

CH 21 Chlorečnan draselný**KClO₃**

Bezfarebná kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode. Je to veľmi silné oxidačné činidlo, preto sa musí skladovať bez prítomnosti ľahko horľavých látok. Pri príprave zmesí s horľavinami je nutné sa vyvarovať rozotieraniu týchto zmesí, keďže môže veľmi ľahko prísť ku vznieteniu či výbuchu. Pôsobí dráždivo na dýchací a tráviaci systém, a poškodzuje pečeň a obličky. V prípade požitia je nutné okamžite vyvolať zvracanie a vyhľadať lekársku pomoc. Na rastliny pôsobí ako totálny herbicíd.

P 18 (str. 59)

CH 22 Jód**I₂**

Sivo-čierne lesklé kryštáliky, ktoré ľahko vytvárajú fialové pary. Pri normálnom tlaku neexistuje v kvapalnej forme, preto sublimuje. Je veľmi málo rozpustný vo vode, ale dobre sa rozpúšťa v roztoku jodidu draselného a organických rozpúšťadiel (acetón, etanol ...). Patrí medzi halogény, ale jeho

toxicita je zo všetkých *bežných* halogénov (chlór, bróm a jód) najnižšia. Etanolvý roztok sa používa ako *jódová tinktúra* na dezinfekciu kože. Pary sú mimoriadne dráždivé a toxické, dýchanie vysokej koncentrácie zvyčajne končí smrťou. Pri požití spôsobuje silné poleptanie tráviaceho traktu, rovnaké účiny dosahuje pri kontakte s pokožkou. V konečnom dôsledku sa môžu vytvoriť na pokožke pľuzgiere. Pri nadýchaní je dôležité postihnúť vyniesť na čerstvý vzduch a prípadne zaistiť kyslík na dýchanie. Pri požití je potrebné vyvolať okamžite zvracanie, pri zasiahnutí pokožky umývať zasiahnuté miesto veľkým množstvom vody. Pri akejkoľvek otrave sa musí okamžite vyhľadať lekárska pomoc.

P 10 (str. 43)

CH 23 Jodičnan draselný



Biela kryštalická látka a silné oxidovadlo, veľmi dobre rozpustné vo vode. Nesmie prísť do styku s ľahko horľavými látkami a látkami, ktoré sa ľahko oxidujú. Ľahko sa redukuje na jedovatý jód, ktorý môže spôsobiť problémy. Spôsobuje podráždenie dýchacieho či tráviaceho traktu, môže však chronicky pôsobiť na obličky. V prípade požitia je treba vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc.

P 6 (str. 35)



CH 24 Jodid draselný



Bezfarebná kryštalická látka, ktorá je veľmi dobre rozpustná vo vode. Je toxická len vo veľkých dávkach, malé dávky pôsobia dráždivo. Významnejšia je chronická toxicita, nazývaná *otrava jódom*. Jodid draselný sa používa do *jódových tabletiék*, ktoré sú určené na ochranu štítnej žľazy v prípade radiačnej udalosti.

P 13 (str. 49)



CH 25 Kyselina boritá



Kyselina boritá je biela kryštalická látka. Je veľmi dobre rozpustná vo vode, ale tiež sa *rozpúšťa* v alkoholoch. Jej toxicita je významná len pri vdýchnutí, keď spôsobuje podráždenie slizníc. V nízkych koncentráciách a množstvách sa používa v lekárstve ako bórová voda alebo ako prostriedok na chudnutie či pri liečbe epilepsie. Kyseline boritej bola dokázaná teratogenita.

P 8 (str. 39)

CH 26 Kyselina chlorovodíková



Bezfarebná či slabožltá dymivá kvapalina. Nemá oxidačné účinky, ale je to veľmi silná kyselina. Na dýchacie ústrojenstvo pôsobí veľmi agresívne plynný chlorovodík. Kyselina pôsobí veľmi deštruktívne na tráviaci trakt. Obidve otravy môžu byť až smrteľné. Na pokožke spôsobuje vážne popáleniny, ktoré môžu vyústiť až do vzniku vredov. V prípade nadýchania je potrebné postihnutého vyniesť na čerstvý vzduch, pri požití nevyvolávať zvracanie a dať postihnutému vypiť veľké množstvo vody alebo mlieka. Pri zasiahnutí pokožky sa zasiahnuté miesto oplachuje veľkým množstvom vody. Pri každej otrave kyselinou chlorovodíkovou je treba vyhľadať lekársku pomoc.

P 20 (str. 64)

CH 27 Kyselina malónová



Kyselina propándiová je bezfarebná látka, ktorá pôsobí negatívne na niektoré druhy baktérií. Závažné toxické účinky na ľudí neboli zatiaľ zistené, mierne leptá pokožku. Vápenatá soľ kyseliny je v červenej repe. Predpokladá sa hlavne toxicita pri požití (na základe testov na zvieratách), preto je prvou pomoc podanie veľkého množstva vody.

P 6 (str. 35); P 7 (str. 37)



CH 28 Kyselina sírová



Bezfarebná olejovitá kvapalina s vysokou hustotou, v laboratóriu najčastejšie dostupná v koncentrácii 98 %. Pri jej riedení sa opatrne nalieva kyselina do vody, pričom sa vyvíja veľké množstvo tepla. V niektorých prípadoch sa môžu prejavovať aj oxidačné účinky. Pretože je to silná kyselina, spôsobuje závažné poleptanie pokožky či slizníc, ktoré sa môže končiť aj smrťou. V prípade požitia sa podá veľké množstvo vody, v prípade zásahu pokožky je dôležité dôsledne umyť zasiahnuté miesto vodou. Po zasiahnutí kyselinou je vždy nevyhnutné vyhľadať lekársku pomoc.

P 6 (str. 35); P 7 (str. 37); P 11 (str. 45); P 16 (str. 55)

CH 29 Manganistan draselný



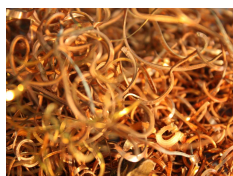
Tmavofialová lesklá kryštalická látka, vo vode veľmi dobre rozpustná na fialový až tmavofialový roztok. V lekárstve sa používa v zriedenom stave (asi 1% roztok) ako dezinfekčné činidlo. Je to veľmi silné oxidovadlo, takže je nevyhnutné jeho skladovanie mimo ľahko horľavých látok. Pri príprave zmesí s horľavinami je nutné sa vyvarovať rozotieraniu týchto zmesí, keďže



môže veľmi ľahko prísť ku vznieteniu či výbuchu. Pri vdýchnutí prachu sa prejavuje dráždenie, požitie pevnej látky alebo koncentrovanejších roztokov pôsobí bolesti a poleptanie tráviaceho traktu. Pri požití je nevyhnutné podať veľké množstvo vody a vyhľadať lekársku pomoc. Pri styku s pokožkou je potrebné kryštáliky odstrániť a zasiahnuté miesto umyť veľkým množstvom vody. Na pokožke zanecháva hnedé škvrny vyredukovaného oxidu manganičitého.

P 11 (str. 45); P 12 (str. 47); P 20 (str. 64)

CH 30 Med'



Cu

Med' je ušľachtilý lesklý kov červenej farby. Má vysokú tepelnú vodivosť, tvárnosť za tepla aj studena a celkom dobrú odolnosť proti korózii. Vdychovanie kovového prachu či výparov môže dráždiť dýchacie cesty, požitie spôsobuje žalúdočné problémy. Na pokožke zanecháva prášková med' zeleno-čierne škvrny. Pri požití je vhodné vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc.

P 17 (str. 57)

CH 31 Metanol



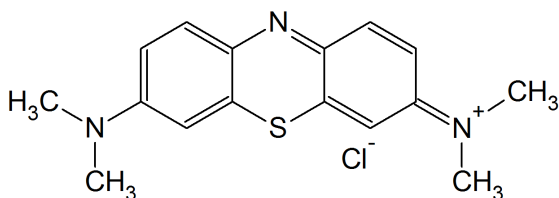
CH₃OH



Tiež nazývaný *drevný lieh*. Dá sa pripraviť suchou destiláciou dreva. Je to bezfarebná kvapalná látka, ktorá má alkoholový zápach (po etanole). Je mimoriadne toxický, k otrave môže prísť inhaláciou (výpary) s následkami ako sú oslepnutie, prípadne dlhodobejšou inhaláciou aj smrť. Pri požití spôsobí 5 ml oslepnutie, viac ako 30 ml už spôsobí smrť. Pôsobí tiež dráždivo na pokožku a môže sa cez ňu vstrebávať do tela. Zasiahnutie očí môže zapríčiniť oslepnutie. Pri nadýchaní je treba preniesť postihnutého na čerstvý vzduch, v prípade požitia vyvolať okamžité zvracanie. Pri zasiahnutí pokožky a očí je treba postihnuté miesto dôkladne umyť veľkým množstvom vody. V prípade akejkoľvek otravy je nevyhnutné vyhľadať lekársku pomoc. Ak príde k otrave metanolom, najdostupnejším protijedom je etanol (treba vypiť minimálne v rovnakom množstve ako metanol). Je to evidovaný jed, ktorý musí byť uzamknutý a jeho výdaj sa eviduje.

P 1 (str. 25); P 8 (str. 39)

CH 32 Metylénová modrá



Tmavozelená kryštalická látka. Po rozpustení vo vode vytvára modro sfarbené roztoky. Často sa využíva v analytickej chémii ako redoxný indikátor. Môže byť použitá vo veľkých dávkach ako protijed pri otrave kyanidmi. V biológii sa využíva ako značkovacia látka, ale prebiehajú aj štúdie liečby malárie. Takáto aplikácia má však aj vedľajšie účinky. Toxicita tejto látky je minimálna, spôsobuje len mierne problémy pri požití, a to až pri väčších množstvách. Jediným nežiadúcim následkom po zasiahnutí pokožky je jej modré sfarbenie.

P 5 (str. 33)



CH 33 Octan sodný



Bezvodý octan sodný je používaný ako stabilizátor E 262 a tiež sa používa ako katalyzátor. V malých množstvách nie je jedovatý a je dobre rozpustný vo vode, kryštalohydrát mierne páchne po kyseline octovej. Pri kryštalizácii nasýteného roztoku sa uvoľňuje veľké množstvo tepla. Jemne dráždi dýchací systém a pokožku a v prípade požitia je treba podať pár pohárov vody na zriedenie a rozpustenie látky.

P 15 (str. 53)



CH 34 Peroxid vodíka

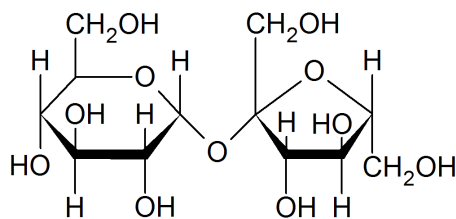


Bezfarebný roztok so silnými oxidačnými účinkami, za normálnych podmienok sa pomaly rozkladá. Rozklad sa dá urýchliť katalyzátormi ako sú

manganistan draselný či oxid manganičitý, naopak ako inhibítory samovoľného rozkladu sa používajú látky na báze močoviny. Nesmie prísť do styku s ľahko oxidovateľnými organickými látkami a katalyzátormi rozkladu. V laboratóriu sa najčastejšie používa vodný roztok s koncentráciou 30 – 35 %. Okrem oxidačných má aj leptavé účinky, na pokožke zanecháva slaboviditeľné (nízke koncentrácie) alebo čisto biele škvrny (asi od koncentrácie 15 %). Následkom poleptania peroxidom môžu byť aj pľuzgieriky. Požitím môže dôjsť k významnému poleptaniu tráviaceho traktu a v takomto prípade je vhodné podať väčšie množstvo vody, pri zasiahnutí pokožky sa miesto umyje mydlom a väčším množstvom vody. Vo vysokých koncentráciách je vysoko nestabilný a výbušný (nad 50 %); k rozkladu takéhoto roztoku (aj veľmi rýchlemu či explozívne) môže okrem popísaných katalyzátorov prísť aj v prítomnosti kovových častíc alebo prachu.

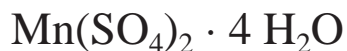
P 6 (str. 35); P 13 (str. 49)

CH 35 Sacharóza



Disacharid nachádzajúci sa vo všetkých zelených rastlinách. V našich podmienkach je priemyselným zdrojom sacharózy cukrová repa (*beta vulgaris*), vo svete cukrová trstina (*saccharum officinarum*). Je to bezfarebná kryštalická látka, ktorej molekula sa skladá z fruktózy a glukózy. Má sladkú chuť a je veľmi dobre rozpustná vo vode. Pri vyššej teplote sa rozkladá na látku nazývanú karamel, v roztoku sa v kyslom prostredí štiepi na glukózu a fruktózu. Nie je toxická.

P 16 (str. 55); P 18 (str. 59)

CH 36 Síran mangánatý, tetrahydrát

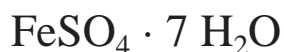
Síran mangánatý je slabo ružová kryštalická látka, ktorá je veľmi dobre rozpustná vo vode. Pri vdýchnutí sa môžu prejaviť závažnejšie problémy dýchacieho ústrojenstva, požitie je menej nebezpečné, pretože vstrebávanie je pomalé. Po vdýchnutí je dobré postihnutého vyniesť na čerstvý vzduch, v prípade požitia vypiť vodu, vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc.

P 6 (str. 35)

**CH 37 Síran meďnatý, pentahydrát**

Modrá kryštalická látka (*modrá skalica*), v bezvodom stave biely prášok. Je veľmi dobre rozpustná vo vode, nerozpúšťa sa však v alkohole. Na organizmus pôsobí pri vdýchnutí a pri požití; toxicky však pôsobí len vo veľkých množstvách (v gramoch). V prípade vdýchnutia je vhodné postihnutého vyniesť na čerstvý vzduch, v prípade požitia je treba vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc. Látka môže byť nebezpečná pre životné prostredie, používa sa ako herbicíd a fungicíd.

P 19 (str. 61)

**CH 38 Síran železnatý, heptahydrát**

Zelená kryštalická látka (*zelená skalica*) s vysokým obsahom vody. Pri dlhšom skladovaní na vzduchu stráca kryštálovú vodu a zvetráva, okrem toho dochádza časom k postupnej oxidácii železnatých iónov na železité, v dôsledku čoho sa mení farba na žltú až hnedú. Roztoky sú tiež nestabilné. Používa sa na úpravu vody. Podáva sa pri nedostatku železa v tele, má



však vedľajšie účinky, ako sú nevoľnosti a zvracanie. Toxické sú len veľké množstvá, najmä pri požití. V prípade takejto otravy je treba okamžite dať vypiť vodu, vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc.

P 7 (str. 37)

CH 39 Sodík



Na



Sodík je striebrobieľy mäkký kov, ktorý sa dá krájať nožom. Je mimoriadne reaktívny, preto sa skladuje pod vrstvou inertnej kvapaliny, najčastejšie petroleja. Nebezpečne reaguje s vodou za vývoja vodíka, hydroxidu sodného a veľkého množstva tepla. Preto pri reakcii pláva roztavený na hladine. Pri práci s ním je nevyhnutné pracovať s opatrnosťou a ochrannými pomôckami (plášť, okuliare a rukavice). Požitie je životu nebezpečné. Styk s pokožkou spôsobuje ťažké popáleniny a poleptanie, ktoré sa dajú čiastočne odstrániť použitím veľkého množstva vody na zasiahnuté miesto a vyhľadáním lekárskej pomoci. Reakcia s vodou by nemala prebiehať v uzatvorenom malom priestore, pretože môže prísť k výbuchu či požiaru.

P 9 (str. 41); P 20 (str. 64)

CH 40 Škrob



$C_5H_{10}O_5$



Biely amorfny prášok, radiaci sa medzi prírodné polysacharidy. Produkujú ho výhradne rastliny ako konečný produkt fotosyntézy. Najviac škrobu sa nachádza v zemiakoch, kukurici a obilninách. Je nerozpustný vo vode (okrem špeciálnych foriem) a nie je toxický.

P 6 (str. 35)

CH 41 Tiokyanatan draselný



KSCN

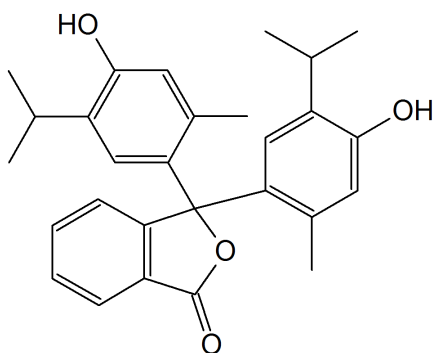


Bezfarebná kryštalická látka, veľmi dobre rozpustná vo vode. Ak sa zahrieva, roztavená soľ hnedne, potom zelenie, modrie a pri ochladení opäť zbledne. Na organizmus pôsobí pri vdýchnutí, požitie väčšieho množstva látky (niekoľko gramov) je toxické. Po požití je dobré hneď vyvolať zvracanie a privolať lekársku pomoc.

P 3 (str. 29)



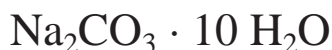
CH 42 Tymolftaleín



Používa sa najmä ako acidobázický indikátor. Tymolftaleín je bezfarebná kryštalická látka, ktorá je nerozpustná vo vode. Pre použitie v laboratóriu sa rozpúšťa v alkoholoch (najčastejšie 1% etanolvý roztok). Je to slabá kyselina, ktorá je v kyslom prostredí bezfarebná a v zásaditom prostredí je sfarbená do modra. Toxické účinky na človeka zistené neboli, môže však pôsobiť dráždivo. V prípade požitia je treba dať postihnutému vypiť väčšie množstvo vody a privolať lekársku pomoc.

P 4 (str. 31)



CH 43 Uhličitan sodný, dekahydrát

Kryštálová sóda, predávaná aj v drogériách. Táto bezfarebná kryštalická látka po pridaní do bežnej vody znižuje jej tvrdosť zrážaním vápenatých a horečnatých zlúčenín. Látka sama o sebe nie je toxická, má však mierne leptavé účinky v pevnom stave. Roztoky sú neškodné. V prípade poleptania kryštalickou látkou je potrebné dôkladne umyť vodou zasiahnuté miesto. Nesmie prísť do styku s koncentrovanými kyselinami, pretože sa reakciou uvoľňuje veľké množstvo plynného oxidu uhličitého, ktorý môže zapríčiniť prskanie kyseliny s možnosťou zásahu nechráneného miesta na pokožke. Látka je mierne toxická, hlavne pri vdychovaní prachu uhličitanu sodného. Na tráviaci trakt môže mať len leptavé účinky pri veľmi veľkých množstvách. Pôsobí však dráždivo na pokožku a oči. Po požití je treba podať veľké množstvo vody a privolať lekársku pomoc, pri zasiahnutí pokožky miesto umyť veľkým množstvom vody.

P 4 (str. 31)

CH 44 Vínan sodno-draselný

Bezfarebná kryštalická látka, ktorá je veľmi dobre rozpustná vo vode. Používa sa do potravín ako stabilizátor E 337. Je to látka prírodného pôvodu, preto je jej toxicita minimálna. Veľké množstvá môžu pôsobiť dráždivo na tráviaci trakt, rovnako môže pôsobiť aj na pokožku. Pri požití je treba dať vypiť väčšie množstvo vody a privolať lekársku pomoc.

P 19 (str. 61)

CH 45 Železo

Je to pomerne mäkký, striebrosivý kov, chemicky pomerne reaktívny. Pôsobením vzdušnej vlhkosti a kyslíka sa oxiduje za vzniku zmesi hydratovaných oxidov a hydroxidov železa, nazývaných hrdza. Železo je dôležitý biogénny prvok. Ako centrálny atóm organokovového komplexu hemu,

zabudovaného do bielkoviny hemoglobín hrá dôležitú úlohu v organizme teplokrvných živočíchov pri transporte kyslíka z pľúc do buniek. Vzhľadom na rozpustnosť samotné železo nie je toxické, väčšie množstvo práškoveho železa po požití môže spôsobiť zažívacie problémy. Po požití je treba vyvolať zvracanie.

[P 18](#) (str. [59](#)); [P 21](#) (str. [67](#))

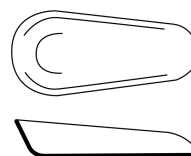
KAPITOLA 5

Používané laboratórne pomôcky

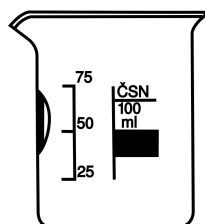
Pre úspešnú realizáciu pokusov sú potrebné hlavne sklené laboratórne pomôcky. V tejto kapitole sú zobrazené všetky základné pomôcky, ktoré sú dôležitou časťou pokusov opísaných v publikácii. Nie sú tu zobrazené pomôcky ako sú stojany a držiaky, sklené trubičky a tyčinky, ďalej lyžičky, váhy, plynové kahany a trojnožky so sieťkami.



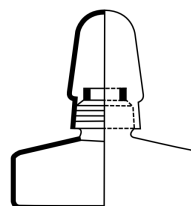
trecia miska



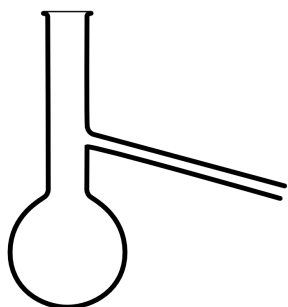
navažovačka



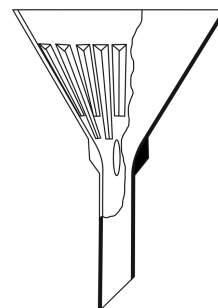
kadička



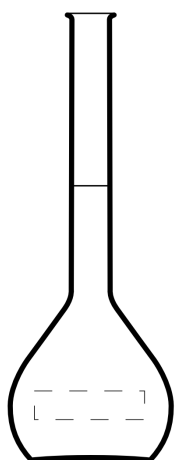
liehový kahan



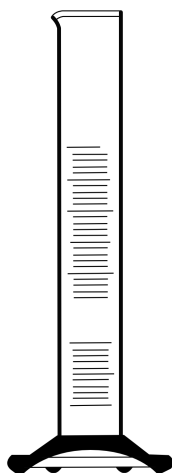
frakčná banka



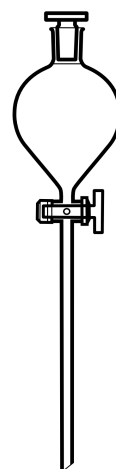
filtračný lievnik



odmerná banka



odmerný valec



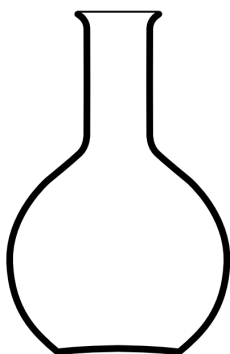
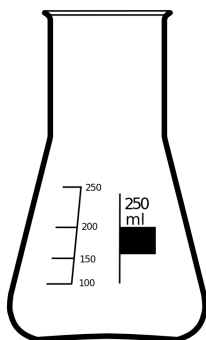
oddeľovací lievnik



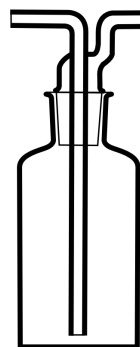
Petriho miska



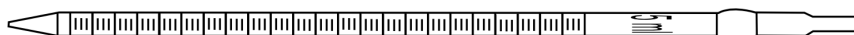
kryštalizačná miska

varná banka s plochým
dnom

Erlenmeyerova banka



premývačka



pipety

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. 2008-12-15]. 58 strán. Dostupný na internete <<http://www.chempok.wz.cz/ZCHP20.pdf>>

JCE Software: Chemistry Comes Alive! [online] American Chemical Society, Division of Chemical Education, Inc. 2003 [cit. 2008-12-15].

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. 2008-12-15]. 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

Zoznam zdrojov obrázkov

strana	zdroj obrázku
13	http://www.uwyo.edu/ehs/images/jpeg%20images/Chemical%20Safety.png
14	http://obrazky.4ever.sk/pozadie-na-plochu/najnovsie/kreslene/stop-5315098
14	http://www.dallastown.net/29053812895417/lib/29053812895417/chemistry/chem_lab_1.jpg
16	http://www.alcancylinder.com/images/medical_gas_cylinder.jpg
16	http://www.labequipments.co.in/full-images/1038093.jpg
17	http://www.exponent.com/files/Uploads/Images/Biomechanics/burn.jpg
18	http://www.hnd.usace.army.mil/pao/CEAInfo/Explosion%20Photo.JPG
19	http://www.xcor.com/press-releases/2007/images/07-01-16_liquid_methane_rocket_engine.jpg
19	http://www.claytonbailey.com/clinker4.JPG
20	http://www.quicksilverhg.com/rsc/img/mercury_drops_large.jpg
20	http://dgilberglaw.com/images/Anthophyllite_asbestos_SEM.jpg
21	http://www.bfrl.nist.gov/info/LargeFireLaboratory2.jpg
25	http://image051.mylivepage.com/chunk51/01590579/1323/sopka-na-costa-rice-800.jpg
27	http://news-service.stanford.edu/news/2007/april4/gifs/fedkiw_burningCMYK.jpg
29	http://www.fortunespawn.com/wp-content/uploads/2007/10/blood_spatter.jpg

strana	zdroj obrázku
31	http://my-house-stuff.com/tutorials/img/20071026-writing.png
33	http://www.adrian.wu.cz/kvapka.jpg
35	http://newsroom.hrsa.gov/inside-hrsa/images/april07/clock.gif
37	http://www.popsci.com/files/imagecache/article_image_large/files/articles/maverick_485.jpg
39	http://www.rkm.com.au/ALCOHOL/methanol.html
41	http://www.creatingacolourfullife.com/images/potassium.jpg
43	http://brandonkline.org/sitebuildercontent/sitebuilderpictures/Fire-Water.jpg
45	http://www.lightningsmiths.com/lightning_fineart02/lightning_blue.jpg
47	http://ecx.images-amazon.com/images/I/41D3QJS9KKL._SL500_AA280_.jpg
49	http://www.infovek.sk/predmety/chemia/externe/majka/cistiaceprostr.gif
51	http://i14.photobucket.com/albums/a333/dave_win3/palembang/fontain3.jpg
53	http://www.admit-one.net/webimages/hotice.jpg
55	http://m.blog.hu/fo/fogyokura-tipp/image/cukor.jpg
57	http://z.about.com/d/chemistry/1/0/H/Q/gallium.jpg
59	http://www.sandspringsok.org/caffeine/uploads/files/CityNews/Fireworks-A_1.jpg
61	http://www.world-mysteries.com/illusions/sci_ill_mirror.jpg
64	http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Piles_of_Salt_Salar_de_Uyuni_Bolivia_Luca_Galuzzi_2006_a.jpg
67	http://www.thetrimmingscompany.co.uk/USERIMAGES/StarSparklerLarge.gif

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

Názov: Chémia bližšie k študentom. Zaujímavé chemické experimenty.

Miesto vydania: Trnava

Vydavateľ: AlumniPress

Rok vydania: 2008

Vydanie: prvé

Edičné číslo: 22/AP/2008

ISBN 978-80-8096-078-0

EAN 9788080960780

Periodická tabuľka prvkov

[illegible][illegible]