

Technická univerzita v Liberci

Fakulta pedagogická

Katedra: chemie

Studijní program: učitelství pro 2. stupeň základních škol

Kombinace: chemie – zeměpis

NETRADIČNÍ CHEMICKÉ POKUSY

NONTRADITIONAL CHEMISTRY EXPERIMENTS

DIE UNTRADITIONELLE CHEMISCHE EXPERIMENTEN

Diplomová práce: 2008–FP–KCH

Autor:

Matěj ŠVEJDA

Podpis:

Adresa:

Nám. Republiky 1053

29301, Mladá Boleslav

Vedoucí práce: PhDr. Bořivoj Jodas, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jan Grégr

Počet

stran	slov	obrázků	pramenů	příloh
69	11407	101	19	5



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta pedagogická

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Netradiční chemické pokusy

Nontraditional chemistry experiments

Die untraditionelle chemische Experimenten

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Poděkování

Úvodem práce bych rád poděkoval panu PhDr. Bořivojovi Jodasovi, Ph.D., za vedení při psaní diplomové práce. Přispěl svými připomínkami a návrhy vycházejícími z jeho bohatých zkušeností z praxe. I přes svou indispozici po vážném úrazu mi vždy vyšel vstříc a našel si na mě dostatek času.

Dále bych rád poděkoval panu Ing. Janu Grégrovi, který byl konzultantem mé diplomové práce a taktéž všem pracovníkům katedry chemie.

Mé poděkování patří i mým nejbližším a známým, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

OBSAH

1. Úvod	-1-
2. Bezpečnost práce při chemických pokusech	-4-
2.1 Klasifikace nebezpečných chemických látek	-6-
3. Oheň v pokusech	-8-
3.1 Zinková sopka	-9-
3.2 Dichromanová sopka	-10-
3.3 Aluminotermická sopka	-12-
3.4 Sírová sopka	-14-
3.5 Dýmová sopka	-15-
3.6 Bengálské ohně	-16-
3.7 Fialové ohně	-18-
3.8 Blesky pod vodou	-19-
3.9 Faraonovi hadi	-20-
3.10 Hořící gel	-21-
3.11 Nehořící papír	-22-
3.12 Nehořící šátek	-23-
3.13 Doutnající papír	-24-
3.14 Peklo ve zkumavce	-25-
3.15 Butanové divadlo	-27-
4. Barevné pokusy	-28-
4.1 Barevný vodotrysk	-29-
4.2 Amoniaková fontána	-31-
4.3 Bílá dýmová fontána	-33-
4.4 Síla přetlaku	-35-
4.5 Modrá číše	-37-
4.6 Měděný chameleón	-38-
4.7 Duhové sloupce	-39-
4.8 Duha z rajčatové šťávy	-41-
4.9 Zlatý déšť	-42-
4.10 Jodičnanové hodiny	-43-
4.11 Přeměna vody ve víno	-45-
4.12 Chemické jojo	-46-
4.13 Sodík v Petriho misce	-48-
4.14 Titanic	-49-

Veselé a zábavné pokusy	-50-
5.1 Křemičitanová zahrádka	-51-
5.2 Sloní pasta	-52-
5.3 Neškodní mořští hadi	-53-
5.4 Rtuťové srdce	-54-
5.5 Antimon kreslíř	-56-
5.6 Hasící přístroj	-57-
5.7 Alkoholik	-58-
5.8 Kuřák	-60-
5.9 Smrt pana Hariba	-61-
5.10 Zkrvavený žák	-62-
5.11 Studené mléko	-63-
5.12 Citron jako galvanický článek	-64-
 5. Závěr	 -65-
 6. Seznam použité literatury	 -67-
 7. Seznam příloh	 -69-

1. ÚVOD

Odklon od přírodních věd u citelné části populace je všeobecně známý jev. Mezi těmito vědami patří chemie k těm spíše méně než více oblíbeným. To samo je dostatečný důvod k intenzivnímu hledání cest, jak navodit zájem, zvýšit motivaci, učinit vědu zajímavější. Ve výuce, tj. působení na žáky, argumenty sociálního významu, potenciální možnosti dobrého zaměstnání apod. mají obecně malou argumentační sílu. Liší se způsobem i tématy uvažování těch, jejichž sociální zkušenost je jednostranná a jiným směrem orientovaná.

Nelze než hledat ve vědě samé. Cíleně používat ty procesy a principy, které jsou zajímavé, přitažlivé, lapidární a „emocionálně působící“. Pracovat je třeba i se zkratkou, jistým „polopatismem“: aby to bylo napohled zřejmé, názorné, snadno pochopitelné. Chemie má v porovnání s např. lingvistickými obory ale i se zeměpisem významnou „poziční výhodu“: disponuje možností experimentu. Nemusí experimentovat v rovině myšlenkové konstrukce typu „Představte se, co by se stalo ... !“, ale je s to v poměrně velkém spektru případů názorně demonstrovat elementární procesy na poměrně malé časové i prostorové ploše.

Obecnými výhodami experimentu je:

- a) vizualizace – je to opticky registrovatelné
- b) transparence ve smyslu registrace k napodobení („Viděl jsem, jak se to dělá!“)
- c) přesvědčivost – je předvedeno, že to tak je
- d) atraktivnost – namnoze vzniká něco, co efektně či zajímavě vypadá
- e) působení na city – např. na lidskou zvědavost či zvědavost: je přece zajímavé sledovat, jestli se to povede
- f) působení na vitalitu a spontaneitu – vznikne něco nového

Obecně navíc experiment rozvíjí pozorovací schopnosti žáka. To, že je „při tom“ mu umožňuje lépe pochopit proces a jeho „logiku“. To znamená učení se „chemicky myslet“, uvědomit si, jakou „logiku“ tato věda má, jak je třeba v jejím rámci uvažovat.

Experiment ve výuce chemie má i své podmínky jako potenciální zdroje negací pokud tyto podmínky nejsou naplněny. Většinou jde o metodické záležitosti:

- a) musí být „dobře situačně zasazen“ – a po jeho uplynutí mít „vyústění“, vysvětlení
- b) musí být přiměřený možnostem vzdělávacího zařízení, vyžadovat jednoduché aparatury
- c) musí být v čase zvládnutelný většinou „na jeden záťah“: dlouhé čekání na výsledek většinou znamená „vadnutí“ motivace
- d) musí mít svojí „magii“: pouhé prohlížení si výsledku produktu ve zkumavce, která koluje po třídě je nejméně vhodné

Výhodou experimentu může při dodržení podmínek bezpečnosti být i jistý prostor pro aktivní účast žáků. Většinou to znamená elementární úkony typu „podej, podrž“, nicméně i tou formou lze překročit hranice pasivního vnímání zprostředkovaných poznatků.

Tím se logicky dostáváme k roli pedagoga jako toho, kdo experiment pedagogicky využívá. To, že odborně zvládá téma, se samo sebou rozumí. On ale musí věnovat pozornost všem okolnostem experimentální situace tak, aby průběh a výsledek byl jistý a současně bylo dosaženo nejen „skouknutí“ ale pochopení:

- a) „technologicky“ musí být experiment dobře připraven: zdoluhavé sestavování nezajímavých částí např. aparatury musí být zvládnuto předem
- b) musí předcházet přiměřené vysvětlení tak, aby si žák dostatečně všiml klíčových míst v průběhu a bylo možno se pouze odvolávat na pozorované, ne to dodatečně rekapitulovat

- c) „Každý dobrý příběh má svojí pointu!“, což platí i zde; po uskutečnění experimentu musí být vysvětleno či shrnuto jeho vyústění (co dokazuje, k čemu poslouží apod.)
- d) průběh experimentu je třeba přiměřeně komentovat, držet pozornost žáka a směřovat ji zejména v situacích, kdy to podstatné není naprosto patrné
- e) pro pozorování je nutné zajistit „prostorový komfort“, ptát se, zda je to stejně zjevné i „ze zadních lavic (?)“

Specifickou situaci představují zájmová cvičení a jim na roveň postavené příležitosti. Zde je více prostoru pro výběr efektních a zajímavých pokusů. Předpokládá se při tom o něco vyšší stupeň motivace a je proto nutné vybírat ty, které skýtají více prostoru pro aktivní účast. Motivovaný žák je potenciálním propagátorem, zdrojem motivace pro ostatní.

Cílem mé práce je nabídnout škálu možností vhodných pro hodiny chemie a pro laboratorní cvičení.

Každý pokus je na samém počátku opatřen tabulkou, ve které najdeme tyto metodické údaje:

Kapitolu, do které je pokus zařazen	Časová náročnost
Název pokusu	Rizikovitost pokusu

ad. Rizikovitost pokusu:

- a) BŽP Bezpečný žákovský pokus
- b) BDP Bezpečný demonstrační pokus
- c) NDP Nebezpečný demonstrační pokus
- d) VNDP Velmi nebezpečný demonstrační pokus

V popisech jednotlivých experimentů jsem se snažil formou poznámek popsat provádění pokusů a praktické rady pozitivní či negativní formou, tj. co je žádoucí či čeho je třeba se rozhodně vyvarovat. Některá tato doporučení platí situačně, tzn. za daného konkrétního uspořádání, některá mají platnost obecnou. Je jen na vůli čtenáře práce, nakolik je vezme v úvahu.

2. BEZPEČNOST PRÁCE PŘI CHEMICKÝCH POKUSECH

Provádění školních chemických pokusů je vždy spojeno s určitým nebezpečím, které vyplývá z práce s chemikáliemi, z možnosti poranění při práci se sklem, požáru, popálení či poleptání chemikáliemi. Proto dodržování zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je třeba považovat za osobní povinnost každého učitele. Znalost základních zákonů, vládních nařízení, předpisů, směrnic a norem učiteli umožňuje vést žáky v procesu výchovy a vzdělání k uvědomělé disciplíně a vytváření správných pracovních návyků.

Pravidla pro používání chemických látek jsou popsány v zákonu č. 258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví. Je jim věnován celý nový 8. oddíl s názvem „Nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky“ vložený za § 44. Tento zákon je dále upraven třetí částí zákona č. 125/2005 Sb. (Změna zákona o ochraně veřejného zdraví). Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích jsou stanoveny normou ČSN 01 8003:2002.

Žáci 2. stupně ZŠ a nižšího stupně víceletých gymnázií (od 10 do 15 let) mohou pracovat pod dohledem učitele (odborně způsobilé osoby) s látkami hořlavými, vysoce hořlavými (F), extrémně hořlavými (F+), zdraví škodlivými (X_n), dráždivými (X_i), nebezpečnými pro životní prostředí (N), senzibilizujícími, oxidujícími (O) a s látkami žíravými (C), jestliže jsou součástí výrobků, které splňují požadavky stanovené zvláštními předpisy na hračky (např. souprava „Mladý chemik“ aj.).

Uvedení žáci nemohou pracovat s látkami výbušnými (E), vysoce toxickými (T+), toxickými (T), karcinogenními, mutagenními a toxickými pro reprodukci.

Žáci čtyřletých gymnázií a vyššího stupně víceletých gymnázií (od 15 do 18 let) mohou nakládat pod dohledem odpovědné osoby nejen s látkami hořlavými, vysoce hořlavými (F), extrémně hořlavými (F+), oxidujícími (O), zdraví škodlivými (X_n), dráždivými (X_i), senzibilizujícími a nebezpečnými pro životní prostředí (N), ale i s látkami toxickými (T) a žíravými (C). Pod dohledem odborně způsobilé osoby mohou pracovat i s látkami vysoce

toxickými (T+). Pro nakládání s látkami karcinogenními, mutagenními a toxickými pro reprodukci označenými výše uvedenými R-věťmi je nutné prokazatelné zaškolení žáků.

Standardní věty označující rizikovost nebezpečných látek se označují jako R-věty podle anglického slova „risk“ (riziko), Standardní pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnými látkami se označují jako S-věty podle anglického slova „safety“ (bezpečnost). Jednoduchých R-vět je celkem 63, kombinovaných R-vět je 57, jednoduchých S-vět je celkem 52 a kombinovaných S-vět je 17. Přehled R-vět a S-vět je uveden v příloze. Pomlčkou se oddělují čísla jednotlivých vět, lomítko se používá při zápisu kombinovaných vět.

2.1. Klasifikace nebezpečných chemických látek

Je stanoveno celkem 15 nebezpečných vlastností, které mohou chemické látky mít. Vzhledem k významu této klasifikace uvádím přesné znění:

- a) Výbušné (E)** chemické látky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu, nebo u nichž dochází při definovaných zkušebních podmínkách k detonaci a prudkému shoření nebo které při zahřátí vybuchují, jsou-li umístěny v uzavřené nádobě
- b) Oxidující (O)** chemické látky, které při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci
- c) Extrémně hořlavé (F+)** chemické látky, které v kapalném stavu mají teplotu vzplanutí nižší než 0 °C a teplotu varu nižší než 35 °C nebo které jsou v plynném stavu vznětlivé při styku se vzduchem za normální teploty a tlaku
- d) Vysoce hořlavé (F)** chemické látky, které se mohou samovolně zahřívat a poté vznítit za při styku se vzduchem za normálních teplot a tlaku, nebo se mohou v pevném stavu snadno vznítit při krátkém styku se zápalným zdrojem a po odstranění zdroje dále hoří či doutnají
- e) Hořlavé (R 10)** chemické látky, které mají teplotu vzplanutí od 21 °C do 55 °C
- f) Vysoce toxické (T+)** chemické látky, které, mohou i ve velmi malém množství po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví či smrt
- g) Toxické (T)** chemické látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví či smrt

- h) Zdraví škodlivé (Xn)** chemické látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví či smrt
- i) Žíravé (C)** chemické látky, které při styku s živou tkání mohou způsobit její zničení.
- j) Dráždivé (Xi)** chemické látky, které nemají vlastnosti žíraviny, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět
- k) Senzibilizující (R 42)** chemické látky, které po vdechnutí nebo proniknutí kůží mohou vyvolat přecitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky
- l) Karcinogenní (Karc.)** chemické látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny
- m) Mutagenní (Mut.)** chemické látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetických poškození
- n) Toxické pro reprodukci** chemické látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků, poškození reprodukčních funkcí nebo schopnosti reprodukce muže nebo ženy
- o) Nebezpečné pro ŽP (N)** chemické látky, které po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí

3. OHEŇ V POKUSECH

3.1.	Zinková sopka.....	-9-
3.2.	Dichromanová sopka.....	-10-
3.3.	Aluminotermická sopka.....	-12-
3.4.	Sírová sopka.....	-14-
3.5.	Dýmová sopka.....	-15-
3.6.	Bengálské ohně.....	-16-
3.7.	Fialové ohně.....	-18-
3.8.	Blesky pod vodou.....	-19-
3.9.	Faraonovi hadi.....	-20-
3.10.	Hořící gel.....	-21-
3.11.	Nehořící papír.....	-22-
3.12.	Nehořící šátek.....	-23-
3.13.	Doutnající papír.....	-24-
3.14.	Peklo ve zkumavce.....	-25-
3.15.	Butanové divadlo.....	-27-

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Zinková sopka	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Při promíchávání směsi se nad ní nenakláníme pro případ, že by mohlo dojít k předčasnému samovznícení směsi (např. vzdušnou vlhkostí či vlhkostí některé složky, popř. pomůcek). Na směs přikapáváme vodu ze strany.

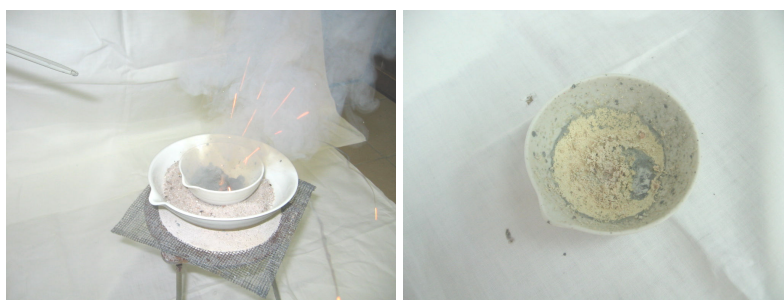
Pomůcky: Trojnožka, síťka, skleněná tyčinka, laboratorní lžička, stříčka, třecí miska s tloučkem.

Chemikálie: Práškový dusičnan amonný, práškový chlorid amonný, práškový zinek, voda.

Postup:

- 1) Připravíme směs ze 4 g dusičnanu amonného, 1 g chloridu amonného a 4 g práškového zinku, kterou důkladně promícháme.
- 2) Směs v porcelánové misce umístíme z bezpečnostních důvodů do pískového lože.
- 3) Na směs přikápneme z boku několik kapek vody a pozorujeme.

Pozorování: Po chvíli pozorujeme prudké vzplanutí a modro-zelený plamen.



Obr.1-2: Průběh a konec pokusu Zinková sopka

Princip: Jde o redoxní reakci. Zvlhčený práškový zinek se oxiduje na bílý oxid zinečnatý. Jedná se o prudkou exotermickou reakci – produkce tepla je tak velká, že dochází k samovolnému zapálení reakční směsi. Voda má v tomto případě funkci katalyzátoru. Je-li ve směsi vhodná sůl, dosáhneme výraznějšího zabarvení plamene.

Poznámky: Při roztírání jednotlivých komponentů směsi dbáme na to, abychom roztírali každou složku směsi zvlášť. Přidáme-li do směsi 0,5 g dusičnanu barnatého, získáme výraznější zelenou barvu plamene (bez přidání barnaté soli je barva plamene slabě zelená).

Tematické zařazení: Redoxní reakce, Exotermické reakce, Prvky skupiny zinku.

Alternativa pokusu: Aluminotermická sopka, Dichromanová sopka, Sírová sopka, Bengálské ohně, Fialové ohně

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Dichromanová sopka	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Doporučuji provádět pokus v digestoři, okolí pokusu je znečištěno vzniklým oxidem chromitým.

Pomůcky: Trojnožka, síťka, zápalky, laboratorní lžička.

Chemikálie: Krystalický dichroman amonný, práškový hořčík.

Postup:

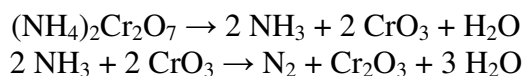
- 1) Na podložku dáme směs 5 g dichromanu amonného a práškového hořčíku.
- 2) Směs upravíme do „jehlanu“.
- 3) Směs opatrně zapálíme plamenem kahanu nebo zapálenou špejlí.
- 4) Po zapálení zdroj ohně odstavíme.

Pozorování: Pozorujeme zvětšení kopečku v důsledku vzniku oxidu chromitého. Vytváří se útvar velmi podobný sopce. Přidáním práškového hořčíku se zvyšuje efekt reakce, protože můžeme zároveň pozorovat jiskřičky oxidu hořečnatého.



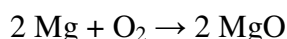
Obr.3-5: Začátek, průběh a konec pokusu Dichromanová sopka

Princip: Podstatou tohoto pokusu je tepelný rozklad dichromanu amonného. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Jedná se o exotermickou reakci ($Q_m = -734,8 \text{ kJ mol}^{-1}$), která při malé iniciaci (oheň) probíhá samovolně a bouřlivě. Sůl se rozžhaví a stoupající horké plynné produkty s sebou strhávají porézní oxid chromitý.

Přidáním práškového hořčíku probíhá reakce:



Poznámky: Zahřívání kahanem (sirkou) shora je bezpečnější, zespodu efektnější. Pokus je vhodný jako demonstrační. Nezačne-li se sůl rozkládat po prvním přiložení ohně, je možné zahřívání opakovat. Pokus je možné iniciovat zapálenou hořčíkovou páskou. Pokud směs zapalujeme v porcelánové misce, musíme

použít pod ní miskou s pískem. Pokud porcelánová miska praskne, vysype se rozžhavená směs do pískového lože bez dalších následků

Tematické zařazení: Exotermické reakce, prvek chrom, prvek hořčík.

Alternativa pokusu: Aluminotermická sopka, Zinková sopka, Sírová sopka, Bengálské ohně, Fialové ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Aluminotermická sopka	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Doporučuji provádět pokus v digestoři. Při promíchávání směsi se nad ní nenakláníme pro případ, že by mohlo dojít k předčasnému samovznícení směsi (např. vzdušnou vlhkostí či vlhkostí některé složky, popř. pomůcek).

Pomůcky: Porcelánová miska 2 ks, písek, zápalky, laboratorní lžička.

Chemikálie: Dichroman amonný, práškový hliník (případně hořčík).

Postup:

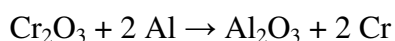
- 1) Do porcelánové misky, která je uložena do pískového lože nasypeme 5 g dichromanu amonného a přidáme 2 g práškového hliníku.
- 2) Směs promícháme tak, aby se barevně sjednotila.
- 3) Směs zapálíme hořící zápalkou nebo hořící hořčíkovou páskou.

Pozorování: Reakce většinou startuje pomaleji (asi 10 s), po chvílce však probíhá už velmi bouřlivě. Efekt se zvýrazní zatemněním místnosti.



Obr.6-8: Začátek a průběh pokusu Aluminotermická sopka

Princip: Tato varianta chemické sopky je skoro totožná s dichromanovou sopkou. Je však rozšířena o aluminotermickou reakci. Kromě tepelného rozkladu dichromanu amonného se uskutečňuje též redukce vzniklého chromu. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Zvlášť efektní vyletování jiskřiček ze sopky můžeme umocnit tím, že místo hliníku použijeme hořčík.

Poznámky: Zahřívání kahanem (sirkou) shora je bezpečnější, zespodu efektnější. Pokus je vhodný jako demonstrační. Nezačne – li se sůl rozkládat po prvním přiložení ohně, je možné zahřívání opakovat. Pokus je možné iniciovat zapálenou hořčíkovou páskou. Pokud směs zapalujeme v porcelánové misce, musíme použít pod ní pískové lože. To používáme kvůli bezpečnosti. Pokud porcelánová miska praskne, vysype se rozžhavená směs do písku bez dalších následků. Je třeba počítat s tím, že bezprostřední okolí misky bude znečištěno rozptýleným oxidem chromitým.

Tematické zařazení: Exotermní reakce, prvek hliník, prvek hořčík.

Alternativa pokusu: Dichromanová sopka, Zinková sopka, Sírová sopka, Bengálské ohně, Fialové ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Sírová sopka	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Vzhledem ke vzniku zdraví škodlivých plynných produktů doporučuji provádět pokus v digestoři.

Pomůcky: Třecí miska s tloučkem, plech, zápalky, kahan, skleněná tyčinka, váhy.

Chemikálie: Práškový zinek, prášková síra.

Postup:

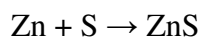
- 1) Navážíme 8 g práškového zinku a 4 g práškové síry.
- 2) Obě látky vysypeme do porcelánové misky a důkladně promícháme tak, aby se sjednotila jejich barva.
- 3) Ze směsi vytvoříme kopeček.
- 4) Porcelánovou misku vložíme do pískového lože.
- 5) Rozžhavený ocelový drát přiložíme ke směsi.

Pozorování: Po chvíli probíhá prudká reakce. Vznikající sulfid zinečnatý se projeví zbělením směsi.



Obr.9-11: Začátek, průběh a konec pokusu Sírová sopka

Princip: Tento pokus je založený na prudké exotermické reakci práškového zinku s práškovou sírou (za katalýzy železa). Syntéza probíhá již při zahřívání plynovým kahanem. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Nedoporučuji dělat pokus s větším množstvím výchozích látek. Jde o silně exotermickou reakci, při které by mohlo dojít k prasknutí misky

Tematické zařazení: Exotermické reakce, prvek síra, prvek zinek.

Alternativa pokusu: Aluminotermická sopka, Dichromanová sopka, Zinková sopka, Bengálské ohně, Fialové ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Dýmová sopka	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Vzhledem ke vzniku zdraví škodlivých par jodu doporučuji provádět pokus v digestoři.

Pomůcky: Porcelánová miska, laboratorní lžička, skleněná tyčinka, plastová stříkačka, velká kádinka.

Chemikálie: Vysušený práškový hliník, resublimovaný jód, voda.

Postup:

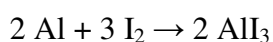
- 1) Smícháme hliník s jódem v poměru 1:14, směs umístíme do porcelánové misky.
- 2) Stříčkou přidáme do směsi dvě až tři kapky vody.
- 3) Misku přikryjeme velkou kádinkou.

Pozorování: Po chvíli pozorujeme intenzivní únik fialových par jodu.



Obr.12-14: Začátek, průběh a konec pokusu Dýmová sopka

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Jedná se o exotermickou reakci, při které se uvolňuje velké množství tepla. To způsobí sublimaci jodu. Proto je pokus doprovázen únikem fialových par plynného jodu. Malé množství vody přidané do reakce působí jako katalyzátor.

Poznámky: Doporučuji nepoužívat velké množství reaktantů. Je vhodné též izolovat reakční prostor, abychom nedýchali páry jodu a aby neresublimoval na povrchu okolních předmětů.

Tematické zařazení: Exotermické reakce, prvek hliník, prvek jód.

Alternativa pokusu: Místo hliníku lze použít zinek nebo hořčík.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 20 minut
Pokus: Bengálské ohně	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Doporučuji provádět pokus v digestoři, každý z komponentů směsi roztíráme v miskách samostatně, aby nedošlo k samovznícení.

Pomůcky: Miska s pískem, porcelánová miska, třecí misky s tloučky, laboratorní lžička, pipeta, skleněná tyčinka.

Chemikálie: Chlorečnan draselný, sacharóza, kyselina sírová, dusičnan strontnatý, chlorid sodný, dusičnan měďnatý.

Tabulka 1: Přehled solí způsobujících zbarvení plamene

Barva plamene	Sloučeniny
Žlutá	NaCl, NaNO ₃
Červená	Sr(NO ₃) ₂ , CaCl ₂
Zelená	Cu(NO ₃) ₂
Modrá	Pb(NO ₃) ₂

Postup: 1) Ve třecích miskách rozetřeme nejprve každý z komponentů směsi samostatně (aby nedošlo k samovznícení). Přitom klademe důraz na to, abychom na každou látku použili čistou misku

Směs připravíme podle tabulky 2.

Tabulka 2: Příprava reakčních směsí

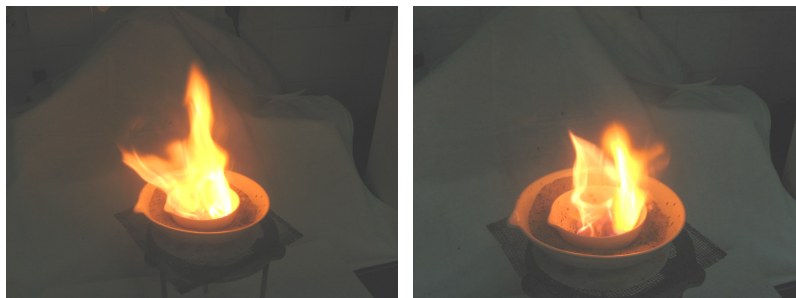
Barva plamene	Složení směsi		
Žlutá	4g KClO ₃	4 g škrobu	2 g NaCl
Zelená	4g KClO ₃	4 g škrobu	2 g Ba (NO ₃) ₂
Modrozelená	4g KClO ₃	4 g škrobu	2 g Cu (NO ₃) ₂
Červená	4g KClO ₃	4 g škrobu	2 g Sr (NO ₃) ₂

2) Směs nasypeme do porcelánové misky, kterou umístíme do pískového lože. Opatrně přikápneme ze strany pár kapek koncentrované kyseliny sírové, aby nedošlo při případném vznícení k popálení ruky.

Pozorování: Po chvíli dojde k samovznícení. Dle použité soli, pozorujeme příslušné zbarvení plamene.



Obr.15-17: Začátek, průběh a konec pokusu Bengálské ohně s dusičnanem měďnatým



Obr.18-19: Průběh pokusu Bengálské ohně s chloridem sodným

Princip: Reakční směs na tyto pokusy obsahuje lehce hořlavé látky (škrob, sacharóza), silná oxidační činidla (chlorečnan draselný, dusičnan draselný) a látky zbarvující plamen (soli s- prvků). Směsi většinou zapalujeme koncentrovanou kyselinou sírovou. Při reakci kyseliny sírové se uvolňuje velké množství tepla, které iniciuje zapálení celé směsi. Přehled používaných barevných solí udává tabulka 1.

Poznámky: Reakce probíhá za 3 – 5 sekund.

Tematické zařazení: Oxidační činidla, hořlavé látky, soli.

Alternativa pokusu: Zinková sopka, Aluminotermická sopka, Dichromanová sopka, Sírová sopka, Fialové ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 5 minut
Pokus: Fialové ohně	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Doporučuji provádět pokus v digestoři.

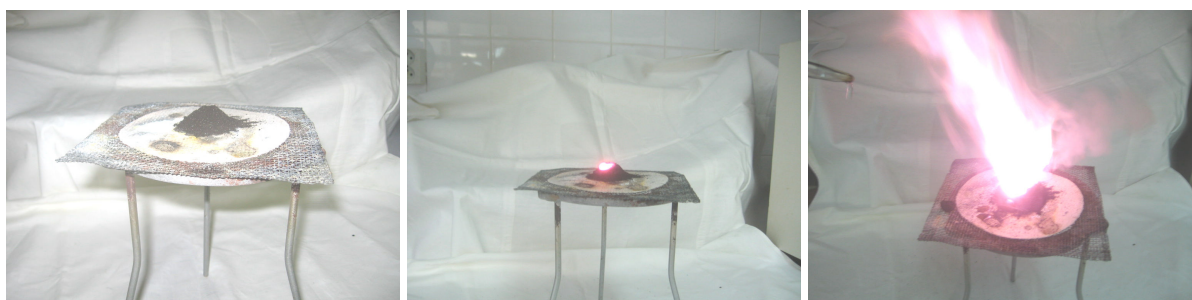
Pomůcky: Trojnožka, síťka, skleněná tyčinka, laboratorní lžička, pipeta, třecí miska s tloučkem.

Chemikálie: Manganistan draselný, glycerol.

Postup:

- 1) Jemně rozetřený manganistan draselný (malá laboratorní lžička) nasypeme na síťku.
- 2) Kupičku manganistanu draselného upravíme tak, aby na vrcholu vznikla malá prohlubeň pro glycerol.
- 3) Pipetou přikápneme 1 – 2 kapky glycerolu.

Pozorování: Po krátkém čase dojde k samovznícení směsi. Pozorujeme „fialový“ plamen.



Obr.20-22: Začátek a průběh pokusu Fialové ohně

Princip: Manganistan draselný je silné oxidační činidlo, které oxiduje některé organické látky i při pokojové teplotě. Glycerol svým složením a strukturou vytváří velmi dobré podmínky pro prudkou oxidaci (exotermická reakce). Uvolněné teplo je tak velké, že dojde k samovznícení a my můžeme pozorovat fialově zbarvený plamen. Zbarvení plamene je způsobeno přítomností draselných kationtů v manganistanu draselném. Místo glycerolu lze použít ethanol či oxid chromitý.

Poznámky: Můžeme se také setkat s postupem, ve kterém se používá jako oxidační činidlo oxid chromitý. Vzhledem k jeho jedovatosti (smrtelná dávka je asi 2 g) však není doporučován.

Tematické zařazení: Exotermické reakce, oxidační činidla, prvek mangan, deriváty uhlovodíků.

Alternativa pokusu: Zinková sopka, Aluminotermická sopka, Dichromanová sopka, Sírová sopka, Fialové ohně, Bengálské ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Blesky pod vodou	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Při realizaci pokusu si musíme dát pozor na vystříknutí směsi, prasknutí zkumavky, poleptání kyselinou. Proto je důležité dodržovat pracovní postup a bezpečnostní opatření. Pozor při likvidaci, směs se může sama zapálit.

Pomůcky: Kádinka, stojan, držák, křížová svorka, kruh, síťka, zkumavka, pipety, laboratorní lžička.

Chemikálie: Manganistan draselný, ethanol, kyselina sírová, voda

Postup:

- 1) Koncentrovanou kyselinu sírovou (sloupec vysoký asi 2 cm) ve zkumavce opatrně převrstvíme ethanol (výška této vrstvy by měla být asi 4 cm).
- 2) Zkumavku vložíme do kádinky s vodou.
- 3) Dbáme, aby voda v kádince dosahovala nad reakční směs ve zkumavce.
- 4) Pinzetou vhodíme do zkumavky několik krystalků manganistanu draselného.

Pozorování: Krystalek se usadí na rozhraní kyseliny a alkoholu. Po chvíli se na rozhraní objeví jiskry (prudká oxidace ethanolu) a slyšíme praskání.



Obr.23-25: Začátek a průběh pokusu Blesky pod vodou

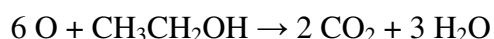
Princip: Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Oxid manganistý se dále rozkládá:



Kyslík je reaktivní a dochází k prudké oxidaci etanolu:



Poznámky: Doporučuji přidat do kádinky s vodou kostku ledu.

Tematické zařazení: Exotermické reakce, oxidační činidla, prvky mangan.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Faraonovi hadi	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Při přípravě směsi dbáme na to, abychom rozetřeli dichroman amonný i dusičnan amonný každý v jiné misce.

Pomůcky: Plechová miska, třecí miska s tloučkem, laboratorní lžička, zápalky, kahan.

Chemikálie: Dichroman amonný, dusičnan amonný, sacharóza.

Postup:

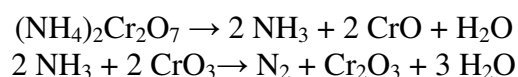
- 1) Ve třecí misce samostatně rozetřeme 3 g dichromanu amonného, 1 g dusičnanu draselného a 3 g sacharózy.
- 2) Směs promícháme a dáme do plechové misky.
- 3) Směs opatrně zahříváme kahanem shora.

Pozorování: Po chvíli začne probíhat chemická reakce. Vzniká zelený had, vinoucí se z misky.



Obr.26-27: Průběh pokusu Faraonovi hadi. Zdroj: [18]

Princip: Jedná se o tepelný rozklad dichromanu amonného, při kterém vzniká objemově větší zelenošedý oxid chromitý a rozklad oxidačního činidla (dusičnan amonný). Současně se teplem karamelizuje sacharóza, která „tvaruje“ vzniklé produkty do podoby „hadů“.



Poznámky: Směs je možno smíchat s peruánským balzámem na těsto, z něhož se formují válečky. Válečky shora kahanem zapálíme.

Tematické zařazení: Cukry, chemické reakce, prvky chrom.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Hořící gel	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Kádinka se během hoření zahřívá, proto si musíme dát pozor na případné popálení.

Pomůcky: Trojnožka, síťka, kádinky, zápalky.

Chemikálie: Octan vápenatý, ethanol, hydroxid sodný, voda.

Postup:

- 1) V 150 cm³ kádince rozpustíme 4 g octanu vápenatého v 13 cm³ vody.
- 2) Přidáme několik kapek zředěného roztoku hydroxidu sodného.
- 3) Do druhé kádinky nalijeme 100 cm³ ethanolu a 1 cm³.
- 4) Tento roztok prudce nalijeme do roztoku octanu vápenatého a pozorujeme.
- 3) Po chvíli zhasneme světlo a gel na povrchu zapálíme hořící špejlí.

Pozorování: Po smíchání roztoků vzniká gel. Po zapálení pozorujeme hořící gel, který hoří modrým plamenem.



Obr.28-30: Průběh pokusu Hořící gel. Zdroj: [18]

Princip: Octan vápenatý je látka málo rozpustná v ethanolu. Proto přilitím ethanolu do nasyceného roztoku octanu vápenatého vzniká gel.

Poznámky: Plamen uhasíme přiložením síťky na kádinku. Gel je možno zapálit znovu i po několika dnech.

Tematické zařazení: Alkoholy, barviva, hydroxid sodný.

Alternativa pokusu: Do roztoku ethanolu je možné přidat pár kapek fenolftaleinu, čímž způsobíme růžové zbarvení gelu.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Nehořící papír	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Doporučuji provádět pokus v digestoři.

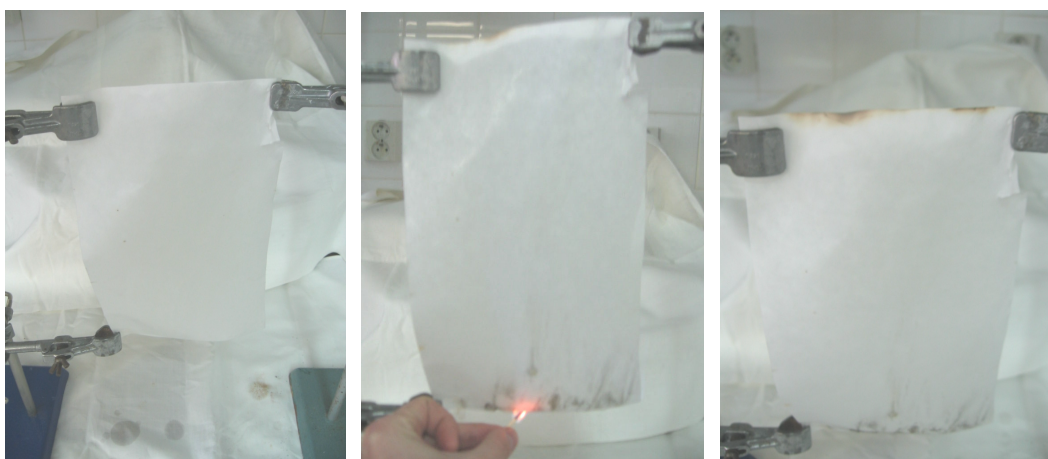
Pomůcky: Stojany, svorky, držáky, papír, zápalky, široký štětec, kádinka.

Chemikálie: Ethanol, voda.

Postup:

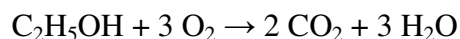
- 1) Připravíme roztok ethanolu a vody v poměru 1:1.
- 2) Roztokem navlhčíme papír.
- 3) Papír upevníme svorkami na stojan.
- 4) Přiložíme hořící zápalku k dolní části papíru a pozorujeme

Pozorování: Pozorujeme modro – fialový plamen. Po chvíli plamen zhasne a papír zůstává neporušený – neshoří.



Obr.31-33: Začátek, průběh a konec pokusu Nehořící papír

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen rovnicí:



Plamen při hoření ethanolu má teplotu asi 78 °C. Tato teplota stačí na zapálení papíru. Jestliže však papír navlhčíme vodným roztokem ethanolu, spotřebuje se část tepla na odpaření vody a nedochází k zapálení papíru.

Poznámky: Je velmi důležité dodržet poměr mezi množstvím vody a ethanolu. Pokud je v roztoku více ethanolu papír shoří.

Tematické zařazení: Hoření, chemické reakce, alkoholy.

Alternativa pokusu: Nehořící kapesník, Doutnající papír.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Nehořící kapesník	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při správném provedení naprosto bezpečný.

Pomůcky: Laboratorní kleště, zápalky, kapesník, kádinka.

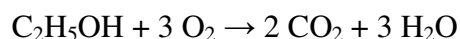
Chemikálie: Ethanol, voda.

Postup:

- 1) Připravíme roztok ethanolu a vody v poměru 1:1.
- 2) Kapesník namočíme do roztoku a poté ho důkladně „vymačkáme“.
- 3) Kapesník chytíme do laboratorních kleští.
- 4) Přiložíme hořící zápalku k dolní části kapesníku a pozorujeme.

Pozorování: Pozorujeme modro – fialový plamen. Po chvíli plamen zhasne a kapesník zůstává neporušený – neshoří. Ohořelý je pouze v místech, kde byl roztřepený.

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen rovnicí:



Plamen při hoření ethanolu má teplotu asi 78 °C. Tato teplota stačí na zapálení textilie. Jestliže však kapesník navlhčíme vodným roztokem ethanolu, spotřebuje se část tepla na odpaření vody a nedochází k jeho zapálení.

Poznámky: Je velmi důležité dodržet poměr mezi množstvím vody a ethanolu. Pokud je v roztoku více ethanolu papír shoří.

Tematické zařazení: Hoření, chemické reakce, alkoholy.

Alternativa pokusu: Nehořící papír, Doutnající papír.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Doutnající papír	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při správném provedení naprosto bezpečný.

Pomůcky: 2 stojany, držáky, svorky, štětec, filtrační papír, doutnající špejle.

Chemikálie: Dusičnan draselný, voda

Postup:

- 1) Připravíme nasycený roztok dusičnanu draselného.
- 2) Štětečkem nakreslíme roztokem na filtrační papír obrázek
- 3) Tužkou si poznačíme jeho začátek.
- 4) Papír necháme vysušit.
- 5) Připevníme držáky na stojany.
- 6) Poté iniciujeme reakci doutnající špejlí.

Pozorování: Pozorujeme, že reakce probíhá jen v těch místech, kde jsme štětečkem nanесли roztok. Doutnáním papíru se postupně vypaluje námi nakreslený obrázek.



Obr.34: Aparatura pokusu Doutnající papír

Princip: Podstatou pokusu je doutnání filtračního papíru umožněné přítomností silného oxidačního činidla – dusičnanu draselného. K doutnání papíru dochází jen v místech, kam je nanesen dusičnan draselný. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Obrázek je nutné kreslit na papír souvislou čarou („jedním tahem“).

Tematické zařazení: Oxidační činidla, chemické reakce.

Alternativa pokusu: Pokus lze provést též s použitím chlorečnanu draselného místo dusičnanu draselného. Reakce je poté prudší.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Peklo ve zkumavce	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus doporučuji provádět v digestoři. Pod zkumavku na stojanu umístíme misku s pískem. Hořící uhlík „poskakuje“ a může ze zkumavky vypadnout. Proto je vhodné přidržet u zkumavky např. chemické kleště. Hrozí též prasknutí zkumavky.

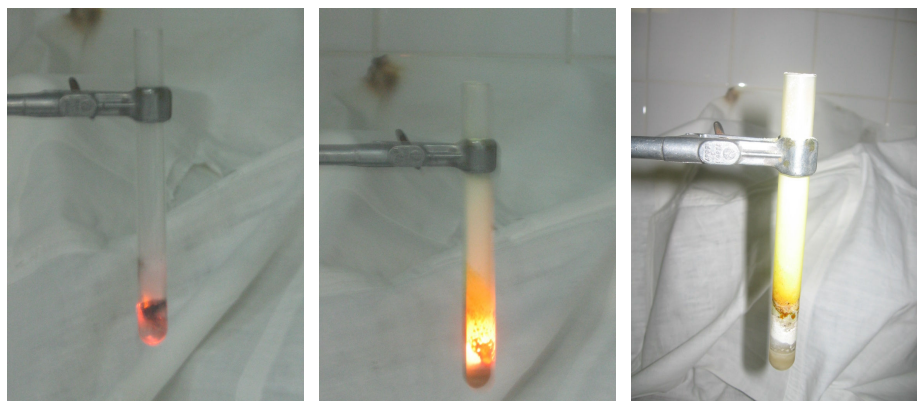
Pomůcky: Stojan, držák, křížová svorka, těžkotavitelná zkumavka, laboratorní lžička, chemické kleště, plechová miska s pískem.

Chemikálie: Dusičnan sodný, dřevné uhlí, prášková síra

Postup:

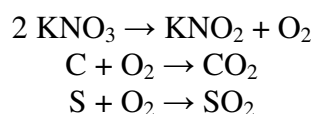
- 1) Do těžkotavitelné zkumavky (upevněnou na stojanu), dáme 3 g dusičnanu sodného a intenzivně zahříváme.
- 2) Po roztavení dusičnanu přidáme malý kousek dřevného uhlí, který jsme rozžhavili nad plamenem kahanu.
- 3) Probíhá intenzivní spalování uhlíku.
- 4) Po ukončení reakce vhodíme do zkumavky malou laboratorní lžičku síry.

Pozorování: Po vhození síry pozorujeme silně exotermní reakci (světelný efekt), který je doprovázen vznikem plastické síry a uvolňováním mimo jiné i jedovatého oxidu siřičitého. Proto musíme pokus provádět v digestoři.



Obr.35-37: Začátek a průběh pokusu Peklo ve zkumavce

Princip: Podstatou této reakce je spalování práškové síry v silně oxidačním prostředí (dusičnan draselný) při vysoké teplotě (vznik oxidu uhličitého). Reakce je silně exotermická. Je doprovázena nejen velkým množstvím tepla, ale také intenzivním světelným efektem. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Síru je možné přidávat několikrát. Reakce je tak exotermická, že může zkumavku roztavit. Směs uvedených reaktantů v poměru 75%:15%:10% je tzv. „střelný prach“.

Tematické zařazení: Exotermické reakce, prvek síra, oxidy.

Alternativa pokusu: Zinková sopka, Aluminotermická sopka, Dichromanová sopka, Sírová sopka, Fialové ohně, Bengálské ohně.

Kapitola: Oheň v pokusech	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Butanové divadlo	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Pozor při přečerpávání plynu do zkumavky. Pokud bychom stáli příliš blízko plameni, může se mrak z uhlovodíku dostat k němu a explodovat. Nedoporučuji také lít zkapalněný plyn do plamenů rovnou ze zkumavky. Velmi důležité je držet kádinku pevně a „neucuknout“ s ní směrem ke svému obličej.

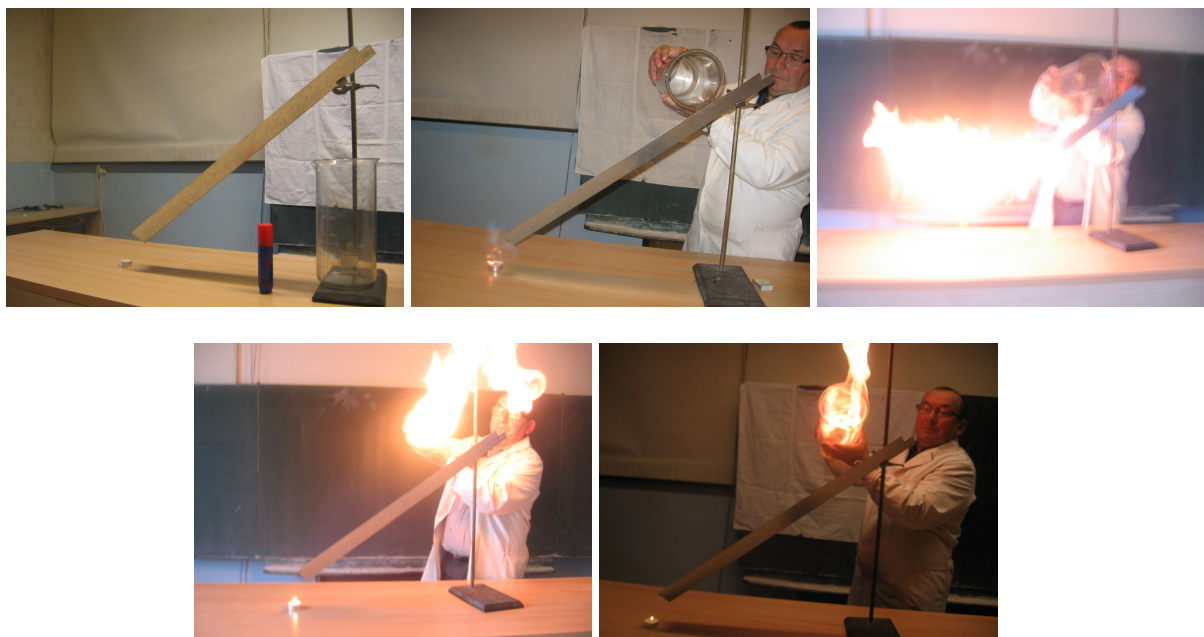
Pomůcky: Svíčka, zkumavka, kádinka, stojan, kovový žlábek (asi 40 cm).

Chemikálie: Zkapalněný propan, butan či jejich směs.

Postup:

- 1) Plechový žlábek připevníme šikmo na stojan.
- 2) U spodního konce žlábků zapálíme svíčku.
- 3) Bombičku se zkapalněným propan-butanem otočíme dnem vzhůru.
- 4) Za syčivého zvuku z ní vypustíme do připravené zkumavky několik mililitrů tekutiny.
- 5) Plyn se prudce odpařuje, na zkumavce se tvoří jinovatka.
- 6) Plyn přelijeme do kádinky a z ní ho vylijeme do žlábků.

Pozorování: Pozorujeme žlutý čadivý plamen, který začal u svíčky a skončil až v kádince.



Obr.38-42: Začátek a průběh pokusu Butanové divadlo

Princip: Kapalný propan-butan se ve zkumavce odpařuje a mění se v plyn, který se dá přelévát a hoří.

Tematické zařazení: Alkany, hoření, pravidla bezpečné práce při chemických pokusech.

4. BAREVNÉ POKUSY

4.1.	Barevný vodotrysk.....	-29-
4.2.	Amoniaková fontána.....	-31-
4.3.	Bílá dýmová fontána.....	-33-
4.4.	Síla přetlaku.....	-35-
4.5.	Modrá číše.....	-37-
4.6.	Měděný chameleón.....	-38-
4.7.	Duhové sloupce.....	-39-
4.8.	Duha z rajčatové šťávy.....	-41-
4.9.	Zlatý déšť.....	-42-
4.10.	Jodičnanové hodiny.....	-43-
4.11.	Přeměna vody ve víno.....	-45-
4.12.	Chemické jojo.....	-46-
4.13.	Sodík v Petriho misce.....	-48-
4.14.	Titanic.....	-49-

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Barevný vodotrysk	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při správném provedení naprosto bezpečný.

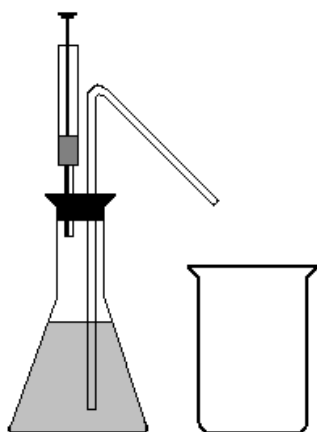
Pomůcky: Erlenmayerova baňka (250 cm³), injekční stříkačka, kádinka (250 cm³), zátka, skleněná trubička.

Chemikálie: Hydrogenuhličitan sodný, kyselina chlorovodíková, výluh červeného zelí.

Postup:

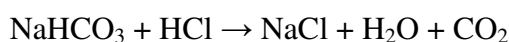
- 1) Připravíme roztok hydrogenuhličitanu sodného tak, že ho 5 g rozpustíme v 250 cm³ vody.
- 2) Připravíme roztok HCl (c=0,6 mol/dm³) tak, že k 5 cm³ vody přidáme 5 cm³ koncentrované HCl.
- 3) Připravíme si výluh z červeného zelí tak, že polovinu listu vyluhujeme ve 100 cm³ horké vody a krátce ho povaříme. Po vychlazení směs přefiltrujeme.
- 4) Do Erlenmayerovy baňky nalijeme asi 200 cm³ roztoku hydrogenuhličitanu sodného.
- 5) Po přidání výluhu z červeného zelí baňku uzavřeme zátkou se skleněnou trubičkou tak, aby ústí trubice bylo ponořené pod hladinou roztoku.
- 6) Injekční stříkačkou umístěnou do otvoru v zátku vstříkneme roztok kyseliny chlorovodíkové.
- 7) Roztok unikající trubicí z baňky zachytáváme do připravené kádinky.

Pozorování: Pozorujeme změnu modrozelené barvy na barvu červenou a následné vytrysknutí do kádinky.



Obr.43: Aparatura pokusu Barevný vodotrysk

Princip: Podstatou pokusu je reakce hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou, při které se uvolňuje oxid uhličitý. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Výluh červeného zelí přidáváme v takovém množství, abychom dosáhli dostatečně intenzivního zbarvení. Přidáváním kyseliny chlorovodíkové můžeme uskutečnit jednorázově. Poté dosáhneme velmi intenzivního vytrysknutí. Pokud ji však přidáváme pomalu, výtrysk je pak kontinuální a lépe se pozorují barevné změny.

Tematické zařazení: Kyselina chlorovodíková, kyslíkaté kyseliny.

Alternativa pokusu: Amoniaková fontána, Bílá dýmová fontána, Síla přtlaku.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Amoniaková fontána	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při správném provedení naprosto bezpečný.

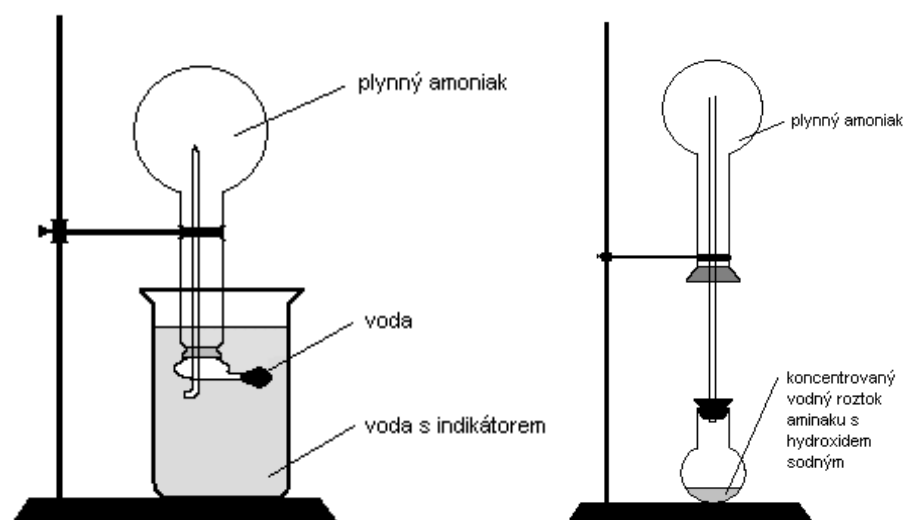
Pomůcky: Kádinka (1000 cm³), suchá baňka (250 cm³), zátka s trubičkou, vyvíječ plynného amoniaku.

Chemikálie: Amoniak, pevný hydroxid sodný, fenolftalein, voda.

Postup:

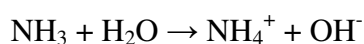
- 1) Do varné baňky nalijeme asi 50 cm³ vodného roztoku amoniaku a přidáme lžičku pevného hydroxidu sodného.
- 2) Baňku uzavřeme zátkou s otvorem, do kterého je zasunuta skleněná trubice (asi 50 cm dlouhá)
- 3) Horní konec trubice zasuneme do suché otevřené destilační baňky natočené dnem vzhůru.
- 4) Baňku uzavřeme zátkou s trubičkou a ponoříme do kádinky s vodou a fenolftaleinem.

Pozorování: Čpavek se rozpouští a pod tlakem stříká voda dovnitř. Zároveň se barví do červena obsaženým fenolftaleinem.



Obr.44-45: Aparatury k pokusu Amoniaková fontána

Princip: Podstatou pokusu je reakce amoniaku s vodou za vzniku amonných kationtů a hydroxidových aniontů. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Pokud se stane, že demonstrace pokusu selže, musíme hledat příčinu hlavně v tom, že baňka byla nedostatečně naplněná amoniakem, nebo amoniak unikl při manipulaci s baňkou.

Tematické zařazení: Dusík, amoniak, rozpustnost látek.

Alternativa pokusu: Barevný vodotrysk, Bílá dýmová fontána, Síla přetlaku.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Bílá dýmová fontána	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu poměrně bezpečný.

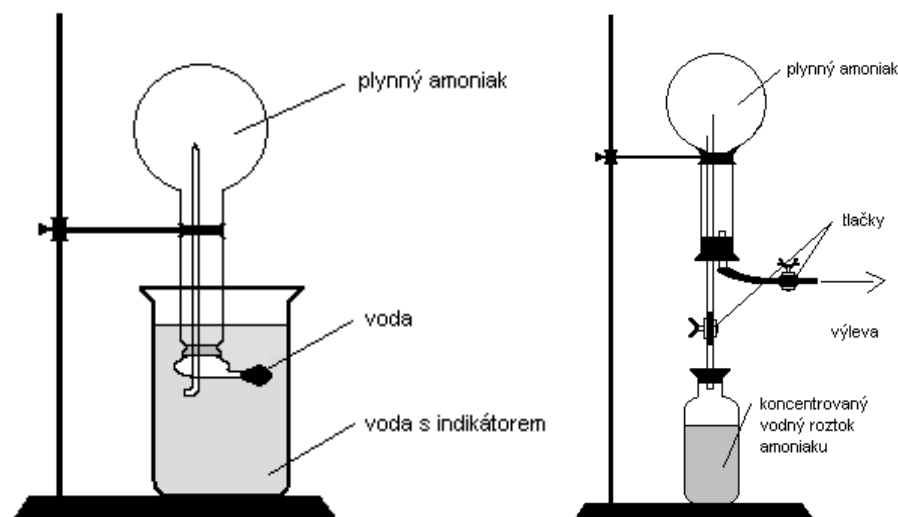
Pomůcky: Erlenmayerova baňka, varná baňka, zátky, skleněné trubice, destilační baňka se zábrusem, upravený nástavec na promývačku, stojan, trubice, držáky, gumová hadice, tlačka, univerzální indikátorový papírek, kapátka s balónkem.

Chemikálie: Hydroxid sodný, amoniak, chlorid sodný, kyselina sírová, voda.

Postup:

- 1) Do varné baňky nalijeme asi 50 cm³ vodného roztoku amoniaku a přidáme lžičku pevného hydroxidu sodného.
- 2) Baňku uzavřeme zátkou s otvorem, do kterého je zasunuta skleněná trubice (asi 50 cm dlouhá)
- 3) Horní konec trubice zasuneme do suché otevřené destilační baňky natočené dnem vzhůru.
- 4) Do upraveného nástavce na promývačce dáme malý objem vody.
- 3) Reakcí pevného hydroxidu sodného s roztokem kyseliny sírové připravíme plynný chlorovodík, kterým naplníme Erlenmayerovou baňku.
- 4) Balónkem kapátka vtlačíme do destilační baňky trochu vody.
- 5) Uvolníme tlačku, která uzavírá spojení destilační baňky s plynným amoniakem a Erlenmayerové baňky s plynným chlorovodíkem.

Pozorování: Pozorujeme, jak z kapiláry tryská bílý dým a plní postupně celou baňku.



Obr.46-47: Aparatury pokusu Bílá dýmová fontána

Princip: Po uzavření baňky se část plynného amoniaku rozpustí ve vodě, která je v nástavci. V baňce vzniká podtlak a tak po uvolnění tlačky se do ní začíná nasávat plynný chlorovodík. Dojde k reakci za vzniku pevného, bílého chloridu amonného. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Pokud se stane, že demonstrace pokusu selže, musíme hledat příčinu hlavně v tom, že baňka byla nedostatečně naplněná amoniakem, nebo amoniak unikl při manipulaci s baňkou.

Tematické zařazení: Hydroxid sodný, dusík, kyselina sírová, soli, neutralizace.

Alternativa pokusu: Amoniaková fontána, Barevný vodotrysk, Vícebarevná fontána.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Síla přetlaku	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus patří k nejbezpečnějším, nehrozí tedy u něj zvláštní nebezpečí.

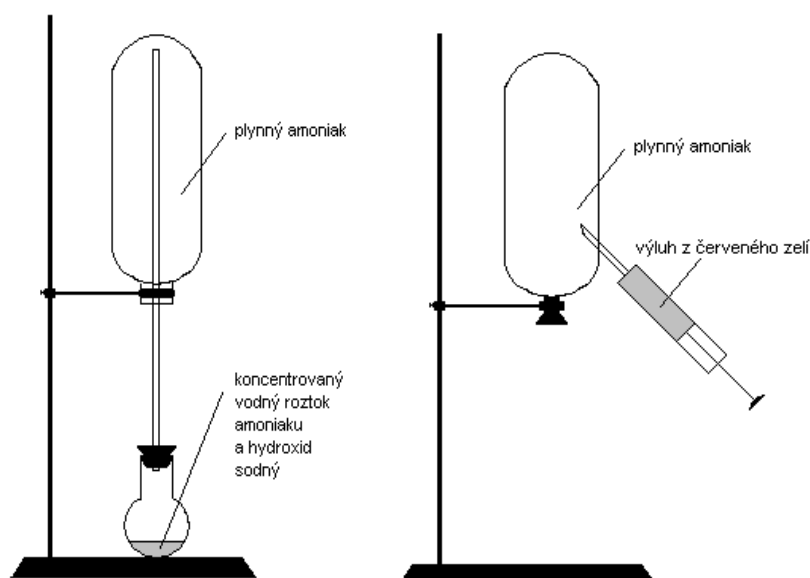
Pomůcky: Plastová láhev, gumová zátka s trubičkou, injekční stříkačka, baňka (100 cm³)

Chemikálie: 25% roztok amoniaku, hydroxid sodný, výluh z červeného zelí.

Postup:

- 1) Do varné baňky nalijeme asi 50 cm³ vodného roztoku amoniaku a přidáme lžičku pevného hydroxidu sodného.
- 2) Baňku uzavřeme zátkou s otvorem, do kterého je zasunuta skleněná trubice (asi 50 cm dlouhá)
- 3) Horní konec trubice zasuneme do suché plastové lahve natočené dnem vzhůru.
- 4) Po naplnění amoniakem lahev ihned uzavřeme.
- 5) Z injekční stříkačky naplněné výluhem červeného zelí vpravíme do lahve ze strany celý obsah stříkačky.

Pozorování: V důsledku podtlaku, který vzniká v lahvi dochází k její deformaci a změně barvy roztoku.



Obr.48-49: Aparatury k pokusu Síla přetlaku

Princip: Rozpuštění amoniaku ve výluhu červeného zelí vpravením do plastové lahve vyvolá změnu zbarvení výluhu, protože se sníží pH. Současně dojde k snížení tlaku v láhvi a její deformaci.

Poznámky: Pokus je opakem známého pokusu Amoniaková fontána. K jeho výhodám patří bezpečnost, dostupnost a nenáročnost pomůcek. Případné selhání pokusu může být zapříčiněné nedostatečným naplněním láhve amoniakem, netěsnost aparatury, nebo malé množství stříknutého výluhu. Intenzitu zbarvení můžeme korigovat koncentrací výluhu červeného zelí.

Tematické zařazení: Hydroxid sodný, pH, barviva.

Alternativa pokusu: Amoniaková fontána, Bílá dýmová fontána, Barevný vodotrysk.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Modrá čísle	Rizikovost: BŽP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

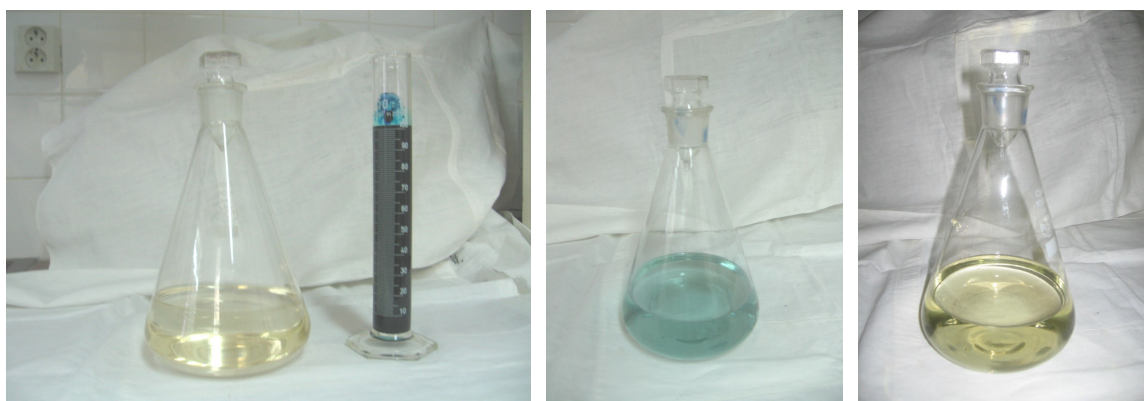
Pomůcky: Kuželovitá baňka se zábrusem, zátka, kádinka 2 ks, láhev na indikátor, skleněná tyčinka.

Chemikálie: Hydroxid sodný, glukóza, ethanol, methylenová modř.

Postup:

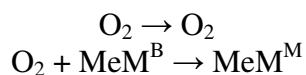
- 1) Ethanolový roztok methylenové modři připravíme rozpuštěním 1 g ve 100 cm³ ethanolu.
- 2) 10 g hydroxidu sodného rozpustíme v 500 cm³ vody.
- 3) V tomto roztoku dále rozpustíme 10 g glukózy.
- 4) Přidáme několik kapek methylenové modři.
- 5) Baňku zazátkujeme, roztok protřepeme a necháme chvíli v klidu.

Pozorování: Roztok se zbarví do modra. Poté ho můžeme opět promíchat a celý postup zopakovat.



Obr.50-52: Začátek a průběh pokusu Modrá čísle

Princip: Pokus je založen na redukci methylenové modři na její bezbarevnou formu, působením glukózy přítomné v roztoku a špatné oxidaci vzdušným kyslíkem na modrou, oxidovanou formu methylenové modři. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



MeM^B (aq) - Methylová modř – bezbarvá

MeM^M (aq) – Methylová modř – modrá

Poznámky: Úspěšnou realizaci pokusu podmiňuje použití čerstvých roztoků.

Tematické zařazení: Hydroxid sodný, barviva, indikátory.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Měděný chameleón	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu poměrně bezpečný.

Pomůcky: Varná baňka (1 dm³), odměrné válce (250 cm³ a 50 cm³), pipeta (2 cm³), trojnožka, síťka, kahan, teploměr.

Chemikálie: Vínan draselno-sodný, pentahydrát síranu měďnatého, peroxid vodíku, voda.

Postup:

- 1) Připravíme roztok vínanu draselno-sodného tak, že 141,1 g tetrahydrátu vínanu rozpustíme ve vodě a doplníme na objem 500 cm³.
- 2) Roztok síranu měďnatého připravíme tak, že 25,9 g pentahydrátu síranu měďnatého rozpustíme ve vodě a doplníme na objem 100 cm³.
- 3) Roztok peroxidu vodíku připravíme tak, že 100 cm³ 30% peroxidu doplníme vodou na objem 500 cm³.
- 4) Před demonstrací odměříme do varné baňky 150 cm³ roztoku vínanu, 50 cm³ roztoku peroxidu vodíku a 1,5 cm³ roztoku síranu měďnatého.
- 5) Reakční směs zahřejeme na 60 - 70°C.
- 6) Přidáme 25 cm³ peroxidu vodíku a pozorujeme.

Pozorování: Pozorujeme změnu barvy z oranžové přes zeleno-modrou a zpět na oranžovožlutou. Přidáním peroxidu vodíku lze několikrát efekt zopakovat.



Obr.53-55: Začátek, průběh a konec pokusu Měděný chameleón

Princip: Pozorované změny v reakční směsi jsou podmíněné řadou chemických reakcí. Po vytvoření reakční směsi a zahřátí na teplotu 50 °C dojde k redukci měďnatých iontů. Měďnaté kationty reagují s vinanovými anionty za vzniku oxidu měďného a úniku oxidu uhličitého. Pokud přidáme v tuto dobu do směsi peroxid vodíku, dojde k oxidaci oxidu měďného na měďnaté kationty.

Poznámky: Sytost barev můžeme korigovat zvýšením či snížením objemu síranu měďnatého. Čím více ho je, tím jsou barvy sytější. Jeden reakční cyklus se uskuteční za 10 – 20 sekund. Pokud k reakci nedochází vůbec, příčinu lze hledat v nízké teplotě.

Tematické zařazení: Chemické reakce, oxidační činidla.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Duhové sloupce	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Odměrný válec (50 cm³) 3 ks, pipeta (100 cm³) 3 ks, skleněná tyčinka 3 ks.

Chemikálie: Hydrogenuhličitan sodný, uhličitan sodný, hydroxid sodný, kyselina chlorovodíková, ocet, výluh z červeného zelí.

Postup: 1) Připravíme si výluh z červeného zelí tak, že polovinu listu vyluhujeme ve 100 cm³ horké vody a krátce ho povaříme. Poté necháme směs vychladnout a přefiltrujeme ji.

2) Připravíme si roztoky:

- A. Roztok octa o $c = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ připravíme z 5 cm³ 8% octa, který zředíme vodou na 50 cm³.
- B. Roztok 5% hydrogenuhličitanu sodného připravíme rozpuštěním 2,5 g sody a doplněním vodou na 50 cm³.
- C. Roztok octa o $c = 0,05 \text{ mol/dm}^3$ připravíme z 2,5 cm³ 8% octa, který zředíme vodou na 50 cm³.
- D. Roztok 14% uhličitanu sodného připravíme rozpuštěním 7 g sody a doplněním vodou na 50 cm³.
- E. Roztok kyseliny chlorovodíkové $c = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ připravíme zředěním 0,83 cm³ 37% HCl na 100 cm³ vodou.
- F. Roztok NaOH $c = 3 \text{ mol/dm}^3$ připravíme rozpuštěním 12 g hydroxidu sodného ve vodě a zředěním na 100 cm³.

3) Do odměrných válců nalijeme po 50 cm³ roztoku:

Do 1. válce s roztokem C přidáme 1 - 2 cm³ indikátoru (výluh z červeného zelí).

Do 2. válce s roztokem A přidáme 1 - 2 cm³ indikátoru (výluh z červeného zelí).

Do 3. válce s roztokem E přidáme 1 - 2 cm³ indikátoru (výluh z červeného zelí).

4) Roztoky ve válcích promícháme a pipetou podvrstvíme 30 cm³ roztoků:

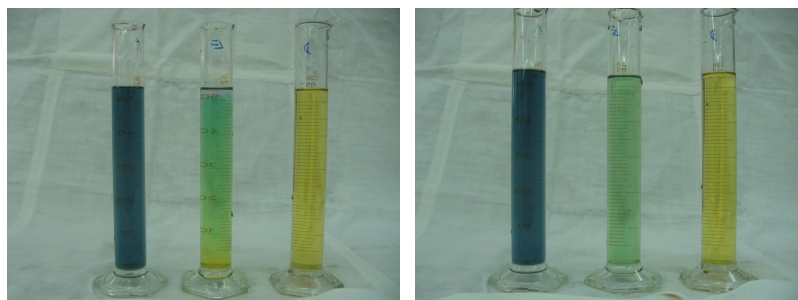
Do 1. válce hydrogenuhličitan sodný (B).

Do 2. válce uhličitan sodný (D).

Do 3. válce hydroxid sodný (F).

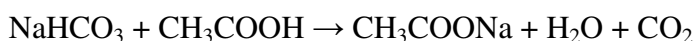
Do roztoku jsme ještě před přidáním do válců přidali po 2 cm³ výluhu červeného zelí. Pipetu vkládáme co nejblíže dna válce.

Pozorování: V jednotlivých odměrných válcích pozorujeme modře, zeleně a žlutě zbarvený roztok.

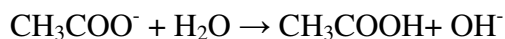


Obr.56-57: Průběh a konec pokusu Duhové sloupce

Princip: 1. válec: Hydrogenuhličitan sodný reaguje s kyselinou octovou.

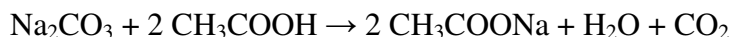


Původně červená barva výluhu červeného zelí se v roztoku kyseliny octové mění. V roztoku se spotřebovává kyselina octová a vzniká octan sodný. Změna barvy dokumentuje změnu pH.



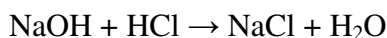
Výsledné pH ve vytvořených vrstvách je podmíněno některým z těchto faktorů: přítomnost nespotřebované kyseliny octové, hydrolýzou octanových aniontů z octanu sodného a přítomnost nespotřebovaného hydrogenuhličitanu sodného.

2. válec: Uhličitan sodný reaguje s kyselinou octovou:



Chemická podstata je podobná té z prvního válce. Rozdíly jsou jen v barevných odstínech a jejich zastoupení. Jsou způsobeny různými koncentracemi výchozích roztoků, stejně tak jako větší zásaditostí roztoku uhličitanu sodného oproti roztoku hydrogenuhličitanu sodného.

3. válec: Hydroxid sodný reaguje s kyselinou chlorovodíkovou:



Původně červená barva výluhu červeného zelí se v roztoku kyseliny chlorovodíkové mění. V roztoku se spotřebovává kyselina chlorovodíková a vzniká chlorid sodný. Změna barvy dokumentuje změnu pH.

Poznámky: Intenzitu barvy roztoku korigujeme množstvím přidaného indikátoru. Barevné škály v roztoku nejsou stejné. Souvisí s různými hodnotami pH výchozích roztoků, stejně tak jako s rozsahem neutralizace, druhem a množstvím produktu. Při podvrstvení kyselin doporučuji mít v pipetě aspoň 50 cm³ přidávaného roztoku, abychom dosáhli výrazně vyššího hydrostatického tlaku v pipetě oproti tlaku ve válci. Tak zabráníme vniknutí roztoku kyseliny do pipety.

Tematické zařazení: Neutralizace, hydroxid sodný.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Duha z rajčatové šťávy	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Bromovou vodu doporučuji připravit na volném prostranství.

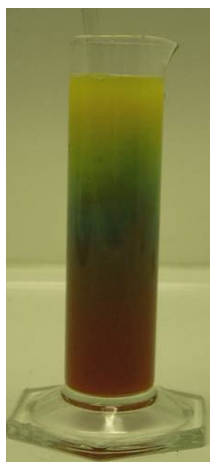
Pomůcky: Odměrný válec (100 cm³), 2 kádinky (150 cm³), skleněná tyčinka.

Chemikálie: Roztok bromové vody, rajčatová šťáva.

Postup:

- 1) Rajčatovou šťávu zahustíme odpařením.
- 2) Do válce nalijeme nejprve 75 cm³ rajčatové šťávy a pak 10 cm³ bromové vody.
- 3) Směs mírně zamícháme tyčinkou.

Pozorování: Po minutě dojde k průběhu reakce, při níž můžeme pozorovat duhový efekt.



Obr.58: Duha z rajčatové šťávy. Zdroj:[18]

Princip: Červená barva rajských jableček je způsobena barvivem lykopenem s velkým počtem dvojných vazeb, které pohlcuje maximum světelného záření v oblasti modrozelené části spektra (modrá: λ 430-490nm, λ zelená: 490-560nm). Tato absorpce se navenek projeví charakteristickým zbarvením plodů v příslušné komplementární červeno-oranžové barvě. Jestliže se na dvojně vazby v řetězci začne adovat brom, dojde ke změně délek vazeb a tím se změní i vlnová délka pohlcovaného záření a absorpce světla se posune do dalších částí spektra. Navenek se to projeví změnou zbarvení až odbarvení směsi: původně červená šťáva začne postupně od hladiny modrat, přechází do modrozelené, mění se v zelenou a nakonec ve žlutou.

Poznámky: Výsledný efekt, vytvářející rozdílné barvy v tomto experimentu, je závislý nejen na vzrůstajícím množství bromové vody (případně na její koncentraci), ale i na způsobu míchání.

Tematické zařazení: Barviva, chemické reakce, adice.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Zlatý déšť	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný. Pozor jen na manipulaci s olovnatou solí.

Pomůcky: Kádinky – 2 ks. (250 cm³), zkumavka, stojan, kahan.

Chemikálie: 10% jodid draselný, 10% dusičnan olovnatý.

Postup:

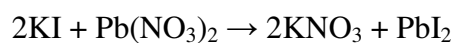
- 1) Do první kádinky dáme 50 cm³ vody a 0,33 g jodidu draselného.
- 2) Do druhé kádinky dáme 50 cm³ vody a 0,33 g dusičnanu olovnatého.
- 3) Obě kádinky přivedeme k varu a horké roztoky slijeme do Erlenmayerovy baňky, kterou postavíme do studené vody.
- 3) Roztok necháme při lehkém míchání vychladnout.

Pozorování: Po ochlazení pozorujeme vznik žlutých krystalků, tzv. zlatý déšť.



Obr.59-60: Začátek a průběh pokusu Zlatý déšť

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Pokud se při přípravě roztok dusičnanu olovnatého zakalí, vyčeříme jej pár kapkami koncentrované kyseliny dusičné.

Tematické zařazení: Halogenidy, krystalizace.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení:
Pokus: Jodičnanové hodiny	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný. Pozor jen na manipulaci s kyselinou sírovou.

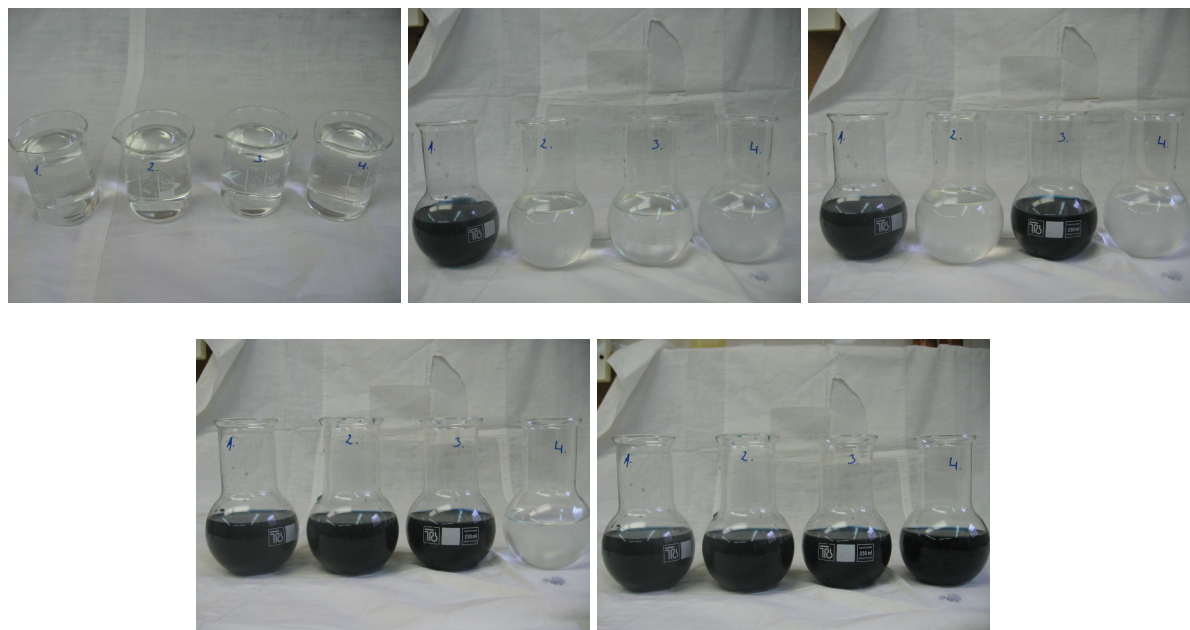
Pomůcky: Baňky, kádinky, odměrné válce – vše po 3 kusech.

Chemikálie: Jodičnan draselný, siřičitan sodný, kyselina sírová, škrob, voda.

Postup:

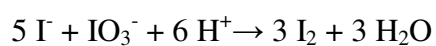
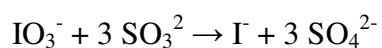
- 1) Připravíme roztok A tak, že 3,9 g jodičnanu draselného rozpustíme v 1 dm³ vody.
- 2) Připravíme roztok B tak, že 1 g siřičitanu sodného rozpustíme ve vodě, přidáme 0,5cm³ koncentrované kyseliny sírové a 1 cm³ roztoku škrobu a doplníme na objem 1 dm³. Roztok škrobu připravíme povařením 1 g škrobu ve 100 cm³ vody a necháme vychladnout.
- 3) Z roztoku A připravíme do kádinek tyto roztoky:
 1. kádinka - 100cm³ roztoku A.
 2. kádinka - 70 cm³ roztoku A a 30 cm³ vody.
 3. kádinka - 50 cm³ roztoku A a stejný objem vody.
 4. kádinka - 40 cm³ roztoku A a 60 cm³ vody.
- 4) Do čtyř baněk připravíme po 100 cm³ roztoku B.
- 5) Najednou přelijeme roztoky z kádinek do baněk, smícháme a pozorujeme.

Pozorování: Po přelití roztoků z kádinek do baněk došlo k postupnému zbarvení baněk v pořadí 1, 3, 2, 4.

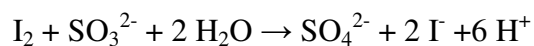


Obr.61-65: Začátek, průběh a konec pokusu Jodičnanové hodiny

Princip: Pokus je založený na těchto reakcích:



Reakce spotřeby jódu:



Poznámky: Používáme roztoky připravené v den demonstrace. Intenzitu zbarvení můžeme korigovat koncentrací škrobu.

Tematické zařazení: Katalyzátory, rychlost chemické reakce, faktory ovlivňující průběh chemických reakcí.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Přeměna vody ve víno	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Tmavá láhev, 4 skleničky na víno.

Chemikálie: 10% roztok amoniaku, koncentrovaná kyselina octová, fenolftalein.

Postup:

- 1) Do řady postavíme vedle sebe 4 skleničky na víno.
- 2) První a třetí skleničku vypláchneme silným roztokem fenolftaleinu.
- 3) Čtvrtou skleničku vypláchneme kyselinou octovou.
- 4) Do láhve nalijeme 3 -5 cm³ amoniaku a před žáky doplníme vodou z vodovodu.
- 5) Z hnědé láhve přeléváme roztok do skleniček.

Pozorování: Pozorujeme, jak ve skleničkách „vzniká“ bílé a červené víno.



Obr.66-67: Začátek a konec pokusu Přeměna vody ve víno

Princip: Zbarvení fenolftaleinu v zásaditém prostředí na červenou barvu a v neutrálním a kyselém prostředí na bezbarvou.

Poznámky:

Tematické zařazení: Indikátory, pH, amoniak, kyseliny.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Chemické jojo	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Při manipulaci se sodíkem dbáme na to, abychom ho nechytali do prstů. Také nesmíme namočit používanou pinzetu do vody. V případě uchopení dalšího kousku sodíku by došlo k jeho reakci s vodou. Opatrně je též nutné pracovat při likvidaci směsi z válců po skončení demonstrace. Hrozí zapálení n-hexanu.

Pomůcky: Skleněné válce (100 cm^3) - 4ks, pinzeta, nůž, filtrační papír, pipeta (100 cm^3) - 2ks, skleněné tyčinky.

Chemikálie: Sodík, n-hexan, voda, kyselina octová $c = 0,01\text{ mol/dm}^3$, hydrogenuhličitán sodný $c = 0,1\text{ mol/dm}^3$, výluh z červeného zelí.

Postup:

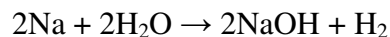
- 1) Připravíme si výluh z červeného zelí tak, že polovinu listu vyluhujeme ve 100 cm^3 horké vody a krátce ho povaříme. Poté necháme směs vychladnout a přefiltrujeme ji.
- 2) Do válce vneseme roztok se zvolenou hodnotou pH a objemu $V=15\text{ cm}^3$.
- 2) Do roztoku přidáme výluh z červeného zelí a promícháme.
- 3) Pipetou přidáme stejné množství n-hexanu tak, aby se vytvořily dvě navzájem ohraničené vrstvy.
- 4) Podobně naplníme další válce, použijeme však roztoky s jinou hodnotou pH.
- 5) Do každého válce hodíme kousek sodíku o velikosti hrachu.

Pozorování: Část vznikajícího vodíku se ve formě bublinek zachytává na povrchu sodíku. V důsledku toho sodík začne stoupat v n-hexanové vrstvě, až vystoupá k hladině. Cestou se však bublinky vodíku postupně odtrhávají až do doby než sodík opět klesne na rozhraní s vodou. Opět začne probíhat reakce s vodou a celý proces se opakuje až do doby, než se sodík spotřebuje úplně



Obr.68-70: Začátek, průběh a konec pokusu Chemické jojo

Princip: Pokus se uskutečňuje ve válcích, v kterých se nachází 2 vrstvy. Spodní vrstvu tvoří vodný roztok. Pokud se do této vrstvy přidá výluh z červeného zelí, barvy roztoků se budou lišit. Spodní vrstva je ve válci převrstvená n – hexanem. Pokud do této soustavy vhodíme kousek sodíku, pozorujeme jeho klesnutí přes hexanovou vrstvu na rozhraní vrstev. To je způsobeno tím, že hustota sodíku je větší než n-hexanu, ale menší než roztoků obarvených výluhem červeného zelí. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Roztok hydroxidu sodného je zásaditý a to se projeví změnou zbarvení spodní vrstvy. V závislosti na pH spodní vrstvy se mění původní barva.

Tabulka 1: Změny barev v roztocích během chemické reakce

Spodní vrstva	CH ₃ COOH	H ₂ O	NaHCO ₃
Barevné změny	červená, zelená	modrá, zelená	tyrkysová zelená
Výsledná barva	žlutá	žlutá	žlutá

Poznámky: Pokud nemáme k dispozici n-hexan, můžeme použít toluen, popřípadě n-heptan.

Tematické zařazení: Alkalické kovy, pH.

Alternativa pokusu: Sodík v Petriho misce, Titanic.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Sodík v Petriho misce	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Při manipulaci se sodíkem dbáme na to, abychom ho nechytali do prstů. Také nesmíme namočit používanou pinzetu do vody. V případě uchopení dalšího kousku sodíku by došlo k jeho reakci s vodou. Při pokusu doporučuji dát si pozor na přichycení sodíku k Petriho misce a jeho následné „vyprsknutí“. Při pokusu je dobré používat ochranný štít nebo brýle.

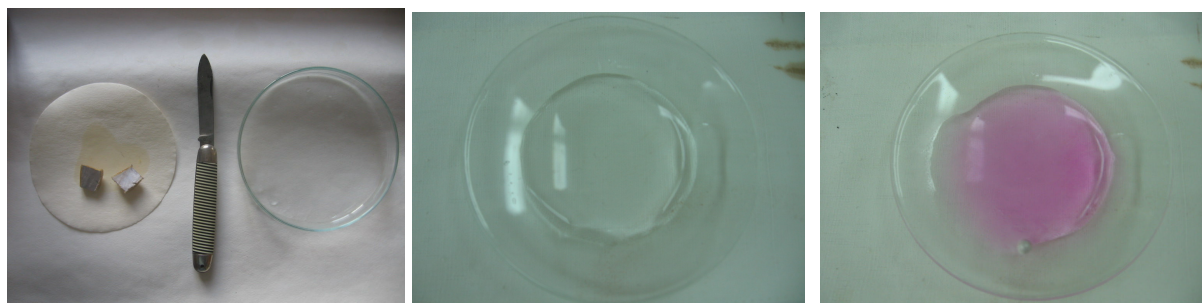
Pomůcky: Petriho miska, zpětný projektor, filtrační papír, pinzeta, nůž, špejle.

Chemikálie: Sodík, voda, fenolftalein.

Postup:

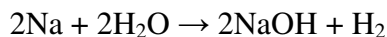
- 1) Na zpětný projektor si připravíme Petriho misku s vodou.
- 2) Do ní přidáme pár kapek fenolftaleinu.
- 3) Ze zásobní láhve vyndáme pinzetou kousek sodíku a dáme ho na filtrační papír.
- 4) Odkrojíme kousíček sodíku nožem.
- 5) Kousek sodíku položíme na hladinu a pozorujeme.

Pozorování: Pozorujeme rejdení sodíku po hladině. Sodík za sebou zanechává fialovou stopu a postupně se zmenšuje, až zmizí úplně.



Obr.71-73: Začátek, průběh a konec pokusu Sodík v Petriho misce

Princip: Podstatou pokusu je reakce sodíku s vodou za vzniku hydroxidu sodného a vodíku. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Experiment je možné zpestřit tím, že k sodíku přiblížíme hořící špejli. Plamen přeskočí na sodík a ten vypadá jako trpaslík s ohnivou čepicí.

Tematické zařazení: Alkalické kovy, indikátory pH.

Alternativa pokusu: Chemické jojo, Titanic.

Kapitola: Pokusy se změnou barev	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Titanic	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Při manipulaci se sodíkem dbáme na to, abychom ho nechytali do prstů. Také nesmíme namočit používanou pinzetu do vody. V případě uchopení dalšího kousku sodíku by došlo k jeho reakci s vodou. Při pokusu je dobré používat ochranný štít nebo brýle.

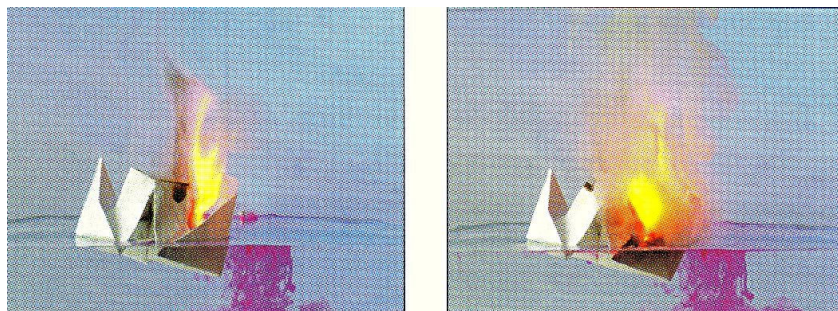
Pomůcky: Pneumatická vana nebo akvárium, filtrační papír.

Chemikálie: Sodík, voda, fenolftalein.

Postup:

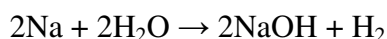
- 1) Akvárium nebo pneumatickou vanu naplníme vodou.
- 2) Do ní přidáme pár kapek fenolftaleinu.
- 3) Z filtračního papíru si složíme lodičku.
- 4) Ze zásobní láhve vyndáme pinzetou kousek sodíku a dáme ho na filtrační papír.
- 5) Odkrojíme kousíček sodíku nožem a vložíme ho do lodičky a pozorujeme.

Pozorování: Pozorujeme zapálení a následné potopení lodičky.



Obr.74-75.: Průběh pokusu Titanic. Zdroj: [17]

Princip: Podstatou pokusu je reakce sodíku s vodou za vzniku hydroxidu sodného a vodíku. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Při manipulaci se sodíkem dbáme na to, abychom ho nechytali do prstů. Také nesmíme namočit používanou pinzetu do vody. V případě uchopení dalšího kousku sodíku by došlo k jeho reakci s vodou.

Tematické zařazení: Alkalické kovy, indikátory pH.

Alternativa pokusu: Chemické jojo, sodík v Petriho misce.

5. VESELÉ A ZÁBAVNÉ POKUSY

5.1.	Křemičitanová zahrádka	-51-
5.2.	Sloní pasta	-52-
5.3.	Neškodní mořští hadi	-53-
5.4.	Rtuťové srdce	-54-
5.5.	Antimon kreslíř	-56-
5.6.	Hasící přístroj	-57-
5.7.	Alkoholik	-58-
5.8.	Kuřák	-60-
5.9.	Smrt pana Hariba	-61-
5.10.	Zkrvavený žák	-62-
5.11.	Studené mléko	-63-
5.12.	Citron jako galvanický člunek	-64-

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 5 minut
Pokus: Křemičitanová zahrádka	Rizikovost: BŽP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný. Pozor jen na manipulaci se solemi. Vodní sklo leptá zkumavky.

Pomůcky: Kádinka, skleněná tyčinka.

Chemikálie: Vodní sklo, krystaly síranu měďnatého, síranu železnatého, dusičnanu kobaltnatého, chloridu manganatého, dusičnanu nikelnatého.

Postup:

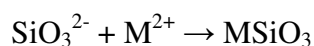
- 1) Do kádinky nalijeme koncentrovaný roztok vodního skla a destilované vody v poměru 1:2.
- 2) Roztok dobře promícháme.
- 3) Vnášíme do roztoku krystaly jednotlivých solí.

Pozorování: Pozorujeme nárůst útvarů připomínající rostlinky.



Obr.76-78: Průběh pokusu Křemičitanová zahrádka

Princip: Pokus je založen na srážecí reakci křemičitanových aniontů s kationty kovů. Ve všeobecném tvaru ji vyjadřuje tato rovnice:



Sraženina křemičitanu a těžkých kovů má vlastnosti polopropustné membrány. Propouští molekuly vody, větší částice však ne. Vzhledem ke vzniku osmotického proudění molekul vody dovnitř sraženiny stoupá v jejím vnitřním prostoru tlak. Při určité hodnotě dojde k rozrušení povrchu sraženiny a k výronu těžkých kovů do roztoku křemičitanu sodného.

Poznámky: Koncentraci roztoku křemičitanu sodného můžeme měnit v poměrně širokém rozmezí. Od zvolené koncentrace však závisí jednak čas, za který se útvary vytvoří a také jejich hrubost. Po skončení pokusu můžeme opatrně slít roztok z kádinky. Vzniklé útvary zůstanou stabilní a tak si můžeme náš exponát vystavit.

Tematické zařazení: Srážecí reakce kovů, prvek síra.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Sloní pasta	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný

Pomůcky: Odměrný válec, filtrační papír.

Chemikálie: 30% roztok peroxidu vodíku, saponát, potravinářské barvivo, nasycený roztok jodidu draselného.

Postup:

- 1) Do odměrného válce nalijeme 20 cm³ peroxidu vodíku a 2 cm³ saponátu.
- 2) Roztok důkladně promícháme.
- 3) Přidáme pár kapek potravinářského barviva, které necháme stékat po stěně válce.
- 4) Prudce přelijeme 20 cm³ nasyceného roztoku jodidu draselného.

Pozorování: Pozorujeme nárůst útvaru připomínající sloní pastu.



Obr.79: Sloní pasta. Zdroj: [18]

Princip: Pokus je založen na oxidaci jodidu draselného peroxidem vodíku za vzniku jodu a kyslíku, který vytváří v jaru bublinky.

Poznámky: Válec ještě před pokusem umístíme do misky nebo na táč, aby nedošlo ke znečištění demonstračního stolu.

Tématické zařazení: Halogeny, prvek vodík.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Mořští hadi	Rizikovost: BŽP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Kádinka, skleněná tyčinka.

Chemikálie: Hexakynoželesnatan draselný, chlorid měďnatý, voda.

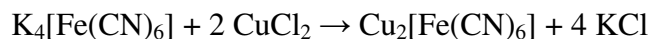
Postup: 1) Do kádinky se 100 cm³ vody přidáme 3 g hexakynoželesnatanu draselného.
2) Mícháme tak dlouho, až se hexakynoželesnatan rozpustí.
3) Do připraveného roztoku vhodíme několik krystalků chloridu měďnatého.

Pozorování: Po chvíli pozorujeme nárůst sraženiny v roztoku.



Obr.80-82: Začátek a průběh pokusu Mořští hadi

Princip: Pokus je založen na srážecích reakcích a na osmotických jevech provázejících vznik sraženiny. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Sraženina má vlastnosti polopropustné blány. Molekuly vody pronikají do dovnitř sraženiny, kde se nachází ještě nezreagovaný chlorid měďnatý. Ve sraženině dochází k nárůstu tlaku a později k výronu měďnatých iontů do roztoku.

Poznámky: Koncentrace roztoku ovlivňuje rychlost tvorby, kompaktnost a tvar sraženiny. Vzniklé tvary nejsou tak pevné jako u prvního pokusu.

Tematické zařazení: Srážecí reakce, halogenidy.

Alternativa pokusu: Místo chloridu měďnatého můžeme použít pentahydrát síranu měďnatého.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Rtuťové srdce	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Pozor na manipulaci se rtutí. Po skončení pokusu proveďte důkladnou dekantaci a vraťte rtuť do zásobní lahve s použitou rtutí. V žádném případě ji nesmíte vylít do odpadu.

Pomůcky: Mělká porcelánová miska nebo hodinové sklíčko, hřebík, skelný papír.

Chemikálie: Rtuť, kyselina sírová, dichroman draselný.

Postup:

- 1) Připravíme roztok kyseliny sírové zředěním 5 cm³ koncentrované kyseliny sírové do 100 cm³ destilované vody.
- 2) Do roztoku přidáme ještě 0,5 g dichromanu draselného.
- 3) Do mělké porcelánové misky nebo hodinového sklíčka nalijeme rtuť, aby vytvořila kapku v průměru asi 2 cm.
- 4) Nalijeme na ni zředěnou kyselinu sírovou, obsahující předepsané množství dichromanu draselného.
- 5) Ze strany se dotkneme povrchu rtuti hřebíkem předem očištěným v roztoku kyseliny sírové.

Pozorování: Pozorujeme tepavý pohyb kapky rtuti.



Obr.83-85: Začátek, průběh a konec pokusu Rtuťové srdce

Princip: Pokus je založen na oxidačně redukční reakci. Na povrchu kapky probíhá střídavě oxidace rtuti a redukce rtuťnatých iontů. Se změnou potenciálu se mění povrchové napětí a tím i tvar kapky. Za nabíjení povrchu zodpovídá oxidační proces s dichromanem draselným v kyselém roztoku. Kationty rtuti dost neochotně opouštějí mateřský kov a raději zůstávají na jeho povrchu, přičemž tvoří těžko rozpustnou vrstvu povrchového filmu síranu rtuťnatého. Takto vzniklý kladný náboj snižuje povrchové napětí rtuti a kapka se rozlévá. Když se povrchu dotkneme hřebíkem, začne se jeho povrch oxidovat. Přechod elektronů z korodujícího hřebíku na povrchu rtuti neutralizuje její kladný náboj, kapka získá větší povrchové napětí a stáhne se.

Poznámky: Dekantaci rtuti provádíme postupným a opakovaným rozředěním roztoku kyseliny sírové a dichromanu draselného vodou. Po oddělení roztoku od rtuti můžeme rtuť vrátit do zásobní lahve s použitou rtutí.

Tematické zařazení: Redoxní reakce, prvek rtuť.

Alternativa pokusu: Místo dichromanu draselného můžeme použít též manganistan draselný, peroxodisíran sodný nebo jiné oxidační činidlo.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Antimon kreslíř	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Kousky roztaveného antimonu mohou „vyskočit“ z misky. Doporučuji použít ochranný štít nebo brýle.

Pomůcky: Malý porcelánový kelímek (výška asi 2 cm - kónický), chemické kleště, lžička, plynový kahan, víko od krabice min. 30 x 60 x 5 cm, filtrační papír, ochranný štít nebo brýle.

Chemikálie: Kousky antimonu.

Postup:

- 1) Víko krabice vyložíme filtračním papírem (papír tvoří rovnou plochu s ohnutými okraji).
- 2) Do porcelánového kelímku vložíme kousek antimonu.
- 3) Kelímek uchopíme do kleští a nad plamenem kahanu antimon roztavíme, až se vytvoří stříbrolesklá kulička.
- 4) Rztavený antimon z výšky 40 – 50 cm rychle vylijeme na filtrační papír.

Pozorování: Pozorujeme rejdní kuliček antimonu po papíře.



Obr.86-87: Průběh pokusu Antimon kreslíř. Zdroj: [18]

Princip: Rztavený antimon má tepelnou kapacitu dostatečnou k tomu, aby povrchově zajistil karbonizační rozklad papíru. Při karbonizaci vznikají rozkladné plyny a ty „odfukují“ kapičky na jiné místo. Bod tání antimonu je dostatečně vysoký na to, aby se kapičky dokázaly po papíře pohybovat dost dlouho, než zatuhnou a při tom vyvolají na povrchu papíru teplotu 451 °F, při které se začíná pálit papír. Podle teploty kapiček se může lišit i jejich povrchové napětí – čím blíže k bodu varu, tím nižší, proto se nehodí zinek, cín a jeho slitiny.

Poznámky: Po skončení pokusu kuličky antimonu sesypeme zpět do zásobní prachovnice.

Tematické zařazení: Prvek antimon.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Hasicí přístroj	Rizikovost: NDP

Bezpečnostní upozornění: Pozor na vzpříčení zkumavky v odsávací baňce a následné ucpání bočního vývodu.

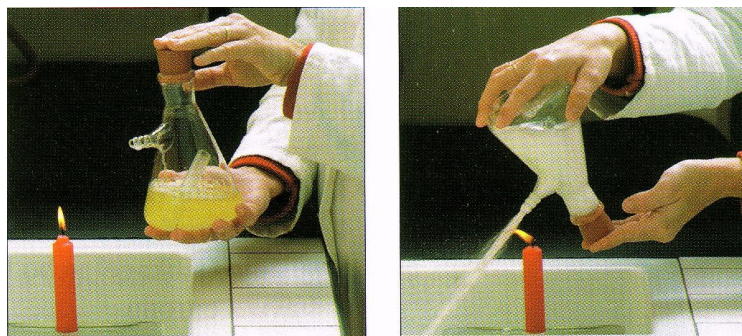
Pomůcky: Odsávací baňka, malá zkumavka, zátka.

Chemikálie: Nasycený roztok hydrogenuhličitanu sodného, 8% kyselina chlorovodíková, saponát.

Postup:

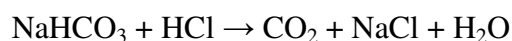
- 1) Do jedné třetiny odsávací baňky nalijeme nasycený roztok hydrogenuhličitanu sodného, do kterého přidáme trochu saponátu.
- 2) Zkumavku naplníme kyselinou chlorovodíkovou a opatrně vložíme do baňky tak, aby se její obsah nevytlil do roztoku hydrogenuhličitanu sodného.
- 3) Baňku zazátkujeme, postavíme se k umyvadlu a otočíme nádobou tak, aby se obsahy smíchaly.

Pozorování: Okamžitě proběhne chemická reakce, při které vzniká plyn a obsah baňky vytryskne ven.



Obr.88-89: Průběh pokusu Hasicí přístroj. Zdroj:[16]

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Chceme-li zvýšit bezpečnost, můžeme použít místo kyseliny chlorovodíkové potravinářskou kyselinu citronovou. Při jejím použití ale není pokus tak působivý.

Tematické zařazení: Hoření, hašení.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Kuřák	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Zkumavka s bočním vývodem, stojan, svorky, držáky, kádinka, gumové hadice, skleněná trubička zahnutá + vrtaná zátka, rovná skleněná trubička, vata, injekční stříkačka, cigareta.

Chemikálie: Schiffovo činidlo, 1% roztok manganistanu nebo dichromanu draselného, koncentrovaný roztok síranu železnatého, chlorid sodný.

Postup:

- 1) Dvě zkumavky s bočním vývodem připevníme ke stojanu pomocí svorky.
- 2) Schiffovo činidlo připravíme tak, že do slabého roztoku fuchsinu ve vodě zavedeme zúženou trubičkou oxid siřičitý a necháme ho probublávat až do odbarvení roztoku.
- 3) Do první nalijeme do třetiny výšky Schiffovo činidlo, do druhé roztok manganistanu draselného.
- 4) Zahnutou skleněnou trubičku se zátkou nasadíme na zkumavku tak, aby trubička zasahovala co nejhlouběji do reagenčního roztoku.
- 5) Druhý konec trubičky připojíme krátkou hadičkou k rovné skleněné trubičce, která je naplněná malým množstvím chloridu sodného a z obou stran je vložen malý kousek vaty.
- 6) Na volný konec skleněné trubičky pomocí krátké hadičky (nebo plastovým nástavcem na automatickou pipetu) připojíme cigaretu.
- 7) Na boční vývod zkumavky připojíme větší injekční stříkačku nebo balónek.
- 8) Cigaretu zapálíme a pomocí stříkačky nebo balónku protahujeme činidly cigaretový dým.

Pozorování: Pozorujeme postupné zčervenání roztoku Schiffova činidla, což ukazuje na přítomnost aldehydů – formaldehydu. Dále pozorujeme postupné zhnědnutí roztoku manganistanu – přítomnost redukčních činidel v cigaretovém dýmu, žloutnutí až hnědnutí použitého absorbentu (filtru) a usazování tmavých kapiček na stěnách trubičky okolo. Po vyjmutí filtru a vymytí v minimálním množství vody můžeme sesbírat na dně kádinky kapičky kondenzátu (nerozpustného ve vodě) - dehtu.



Obr.90-91: Průběh pokusu Kuřák. Zdroj: [18]

Princip: Přítomnost formaldehydu dokazujeme změnou barvy u Schiffova činidla s vznikem barevné sraženiny u 2,4 -dinitrofenylhydrazinu.

Poznámky: Pokus lze uspořádat do promývací láhve připojené k vývěvě. Jestliže použijeme nasycený roztok síranu železnatého, hnědé až černé zbarvení roztoku ukazuje přítomnost oxidů dusíku.

Tématické zařazení: Důkaz aldehydů, drogy.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 15 minut
Pokus: Alkoholik	Rizikovost: BDP

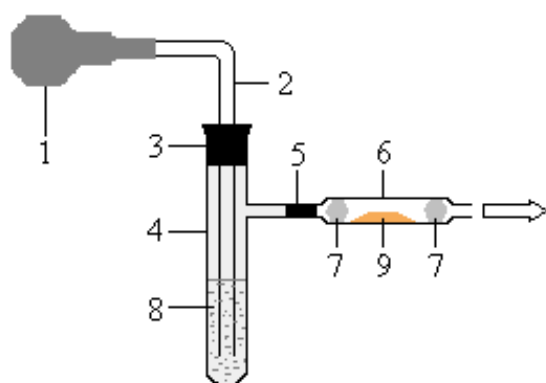
Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Odsávací zkumavka, skleněná L-trubice, skleněná trubička (rovná, ke koncům zúžená), zátka s otvorem, skelná vata, silikagel, balónek.

Chemikálie: Ethanol, dichroman draselný, kyselina sírová, manganistan draselný.

Postup: 1) Sestavíme aparaturu podle nákresu
2) Pomocí balónku poháníme páry ethanolu přes práškový silikagel napuštěný okyseleným roztokem $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

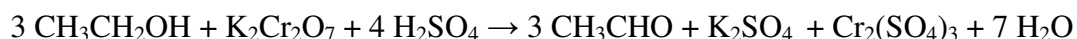
Pozorování: Páry ethanolu redukuje oranžový roztok dichromanu draselného (okyselený H_2SO_4) napuštěný v silikagelu na zelený síran chromitý.



1. balónek
2. skleněná L-trubice
3. zátka s otvorem
4. odsávací zkumavka
5. spojovací hadička
6. skleněná trubička na koncích zúžená
7. skelná vata
8. ethanol
9. silikagel + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + H_2SO_4

Obr.92: Aparatura k pokusu Alkoholik. Zdroj: [18]

Princip: Průběh pokusu je vyjádřen chemickými reakcemi:



Poznámky: Velmi dobrou reakci poskytují profesionální dýchací „trubičky“, kterých používá dopravní policie.

Tématické zařazení: Alkoholy, kyselina sírová, drogy.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 5 minut
Pokus: Smrt pana Hariba	Rizikovost: VNDP

Bezpečnostní upozornění: Velký pozor dejte na možné prasknutí zkumavky. Při demonstraci by měli mít žáci velký odstup.

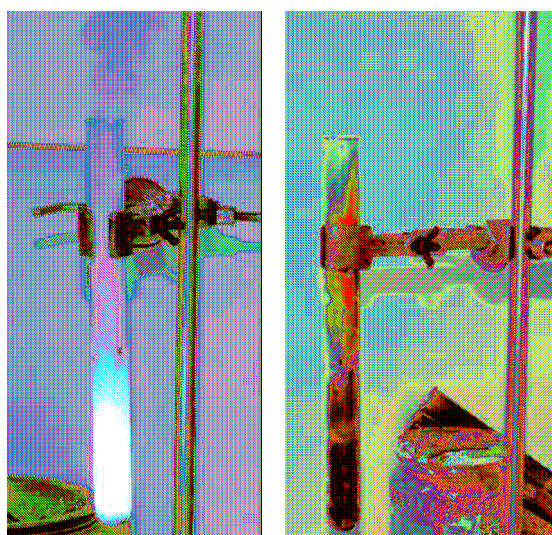
Pomůcky: Zkumavka, stojan s držákem na zkumavky, kahan.

Chemikálie: Chlorečnan draselný, gumoví medvídci.

Postup:

- 1) Do zkumavky na držáku vpravíme 2-3 g chlorečnanu draselného, který roztavíme v plameni kahanu.
- 2) Do taveniny chlorečnanu draselného vhodíme gumového medvídka.

Pozorování: Pozorujeme prudkou reakci s výrazným světelným efektem.



Obr.93-94: Průběh pokusu Smrt pana Hariba. Zdroj: [18]

Princip: Hoření sacharidů v oxidačním činidle.

Poznámky: Ve starých učebnicích je tento pokus nazván Travex s cukrem.

Tématické zařazení: Cukry, halogeny,

Alternativa pokusu: Pokus lze provést s jakoukoliv sladkostí na způsob gumových medvídků.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Zkrvavený chemik	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný.

Pomůcky: Kádinka – 2 ks.

Chemikálie: Chlorid železitý, Thiokyanatan draselný.

Postup:

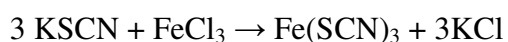
- 1) Do misek připravíme koncentrované roztoky obou látek.
- 2) Dobrovolníkovi „vydezinfikujeme“ jedním roztokem např. zápěstí.
- 3) Druhým roztokem „vydezinfikujeme“ nůž.
- 4) Tupou stranou nože vedeme řez na těle oběti.

Pozorování: Pozorujeme krvácející řeznou ránu na zápěstí.



Obr.95-97: Průběh pokusu Zkrvavený chemik

Princip: Krev vytváří reakce nažloutlého roztoku chloridu železitého a bezbarvého roztoku thiokyanatanu draselného. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Poznámky: Celé provedení je nenáročné. Úspěšnost pokusu zaručí především skvělá demonstrace a herecké nadání.

Tematické zařazení: Chemické reakce, prvek železo.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Studené mléko	Rizikovost: BDP

Bezpečnostní upozornění: Pokus je při dodržování postupu bezpečný. Pozor si dejte na manipulaci s hydroxidem barnatým.

Pomůcky: Kádinka (250 cm³), tyčinka, teploměr.

Chemikálie: Hydroxid barnatý, thiokyanatan amonný.

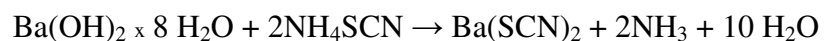
Postup: 1) V kádince smícháme 15 g jemně rozetřeného hydroxidu barnatého a 5 g thiokyanatanu amonného.
2) Směs mícháme tyčinkou a zároveň měříme teploměrem teplotu.

Pozorování: Pozorujeme vznik studeného mléka, které má teplotu kolem -5 °C.



Obr.98-100: Začátek, průběh a konec pokusu Studené mléko

Princip: Jedná se o silně endotermickou reakci, při které ze dvou pevných látek vzniká látka kapalná. Průběh pokusu je vyjádřen chemickou rovnicí:



Tematické zařazení: Hydroxidy, endotermické reakce.

Kapitola: Veselé a zábavné pokusy	Čas na provedení: 10 minut
Pokus: Citron jako galvanický článek	Rizikovost: BDP

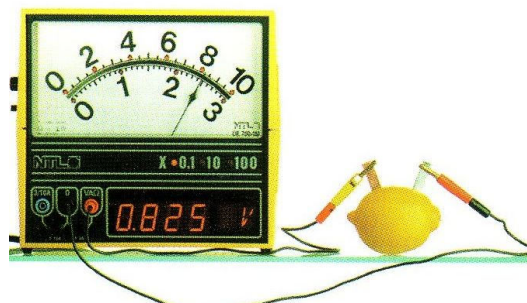
Bezpečnostní upozornění: Pokus je bezpečný, nehrozí žádné nebezpečí.

Pomůcky: Souprava pro elektrolýzu, spojovací vodiče, digitální voltmetr.

Chemikálie: Citron.

Postup: 1) Do citronu zapícheme vedle sebe zinkový a měděný plíšek.
2) Obě elektrody spojíme s citlivým voltmetrem.

Pozorování: Změříme elektrické napětí mezi elektrodami.



Obr.101: Citrón jako galvanický článek. Zdroj:[16]

Princip: V citronu je obsažena kyselina citronová, která má funkci slabého elektrolytu.

Poznámky: Elektrody musí být ve stejné vzdálenosti a nesmí se dotýkat. Naměřené elektrické napětí se pohybuje kolem 0,825 V. Odchyly mohou být dány vzdáleností elektrod či kyselostí citronu.

Tematické zařazení: Deriváty uhlovodíků, galvanická článek, redoxní reakce.

Alternativa pokusu: Pokus je možné uskutečnit i s jiným ovocem – jablko, grep. Místo voltmetru lze použít hrající vánoční přáníčko či žárovku

6. ZÁVĚR

Při koncipování zaměření a cílů své práce jsem chtěl především:

- a) představit chemický experiment jako takový – jeho smysl, obsah, organizaci a průběh jeho provedení
- b) prezentovat chemický experiment jako potenciální know how – vědomost, kterou je třeba si osvojit, aby se stala účinným pedagogickým nástrojem
- c) popsat experiment jako nástroj, prostředek, s jehož pomocí lze vysvětlit, naučit znalosti a dílčím způsobem i základy dovedností a praktik
- d) upozornit na „motivační sílu“ experimentu jako odpovědi na požadavek vyšší zainteresovanosti žáka na praktických stránkách výuky.

Snažil jsem se o praktické pojetí. Nabídnout účelově orientované spektrum možností chemických experimentů pro výuku chemie a zájmovou činnost. Přehledně je tematicky uspořádat a dát účelné návody, jak je provádět. Mým cílem bylo především jasně vysvětlit, jaký zisk z nich pochází. K tomu jsem přidal nezbytný rámec faktických dat souvisejících s problematikou ochrany zdraví. Cíleně jsem pominul bezpečnostní předpisy. Ty považuji za danost a každý zainteresovaný má možnost se s nimi seznámit v přesné doslovné podobě.

Přínos své práce vidím v tom, že

- a) jsem jednotlivé pokusy klasifikoval dle použitelnosti
- b) tematicky uspořádal
- c) osobně vyzkoušel co do realizace
- d) opatřil věcnými poznámkami k prováděním
- e) stanovil substituce pokusů (náhradní alternativy).

Úmyslně jsem neřešil postavení experimentu ve struktuře pedagogického procesu, tj. přesně stanovovat pravidla, kdy experiment implementovat jak v systému výchovného

plánu, tak ve výukové hodině. Pokus o řešení v rámci osnov a studijních plánů je nad rozsah práce, návrh na doporučení pro rámec vyučovací hodiny mi připadal příliš „namyšlený“ s ohledem na mojí malou pedagogickou zkušenost. Konzultovat téma s odborníky je sice věc lákavá, nicméně požadavek samostatnosti zpracování práce by se zde pravděpodobně logicky střetl s nutností přebírat i nepublikované cizí prameny.

V práci byla pro mne výhodou skutečnost, že jednotlivé popisy jsem zpracovával na základě vlastních zkušeností. Mohl jsem tak porovnávat a hodnotit. Pokud mají závěry obecnější platnost a jsou na druhý subjekt přenositelné, zapracoval jsem je do popisu toho kterého experimentu.

K posílení účinnosti textu jsem využil obrazovou dokumentaci. I ta může být současně pomocným návodem a propagací záměru současně.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BÁRTA, M. *Jak (ne)vyhodit školu do povětří*. Brno: Didaktis, 2004. 96 s. ISBN 1214-1097
2. BÁRTA, M. *Jak (ne)vyhodit školu do povětří 2*. Brno: Didaktis, 2005. 96 s. ISBN 80-7358-017-9
3. ČAJDA, I. *Chemik detektivem*. Praha: Nakladatelství dětské knihy, 1964. 287s. ISBN 13-126-64.
4. ČTRNÁCTOVÁ, H. a kol. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha: Prospektrum, 2000. 295 s. ISBN 80-7175-071-9
5. ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J. *Didaktika a technika chemických pokusů*. Praha: Karolinum, 1997, ISBN
6. HOLADA, K. *Specifické činnosti učitele chemie a jeho žáků na téma UDRŽITELNÝ ROZVOJ V PRAZE*. Praha: UK PedF a MHMP – odbor školství, 2007. 21 s.
7. HOLADA, K. *Specifické činnosti učitele chemie a jeho žáků na téma Novější edukační chemické pokusy*. Praha: UK PedF, 2000. 40 s.
8. JAROŠ, M., RONEŠ, J. *Jak dělat chemické pokusy*. Praha: Mladá Fronta, 1959. 186 s.
9. KOLOROS, P. *Technika a didaktika školních pokusů 1*. České Budějovice: Zemědělská fakulta jihočeské univerzity, 1999. 164 s. ISBN 80-7040-354-3.
10. KOSTIC, Ž. *Medzi hrou a chémiou*. Bratislava: Alfa, 1975. 247 s. ISBN 63-011-75.
11. MOKREJŠOVÁ, O. *Praktická a laboratorní výuka chemie*. Praha: Triton, 2005. 137 s. ISBN 80-7254-726-7.

12. PEČİVOVÁ, M., BRŮNA, T. *Školní pokusy z organické chemie*. Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta UJEP, 1997. 56 s. ISBN 80-7044-157-7.
13. PEČİVOVÁ, M., MACHAČNÝ, J. *Školní chemické pokusy*. Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta UJEP, 1994, ISBN 80-7044-085-6.
14. PROKŠA, M. *Chémia a my*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1997. 163 s. ISBN 80-08-02455-0.
15. SOLÁROVÁ, M. *Chemické pokusy pro základní a střední školu*. Brno: Paido, 1996. 95 s. ISBN 80-85931-25-7.
16. ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Chemie 9, učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2007. 128 s. ISBN 987-80-7238-584-3.
17. ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Chemie 8, učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006. 136 s. ISBN 80-7238-442-2.
18. ŠULCOVÁ, R. a kol. *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie*. Praha: PřF UK, 2007, ISBN 978-80-86561-81-3.
19. MŠMT. *Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online], Praha: VÚP Praha, 2004. [cit. 20. ledna 2007]. Dostupné z <<http://www.msmt.cz>>.

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1	Jednoduché R-věty	-1-
Příloha č.2	Jednoduché S-věty	-3-
Příloha č.3	Kombinované R-vět	-5-
Příloha č.4	Kombinované S-věty	-7-
Příloha č.4	Nebezpečné chemikálie	-8-

Příloha č.1: Tabulka jednoduchých R-vět

R 1	Výbušný v suchém stavu
R 2	Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 3	Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 4	Vytváří vysoce výbušné sloučeniny
R 5	Zahřívání může způsobit výbuch
R 6	Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
R 7	Může způsobit požár
R 8	Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár
R 9	Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem
R 10	Hořlavý
R 11	Vysoce hořlavý
R 12	Extrémně hořlavý
R 14	Prudce reaguje s vodou
R 15	Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
R 16	Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
R 17	Samovznětlivý na vzduchu
R 18	Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
R 19	Může vytvářet výbušné peroxidy
R 20	Zdraví škodlivý při vdechování
R 21	Zdraví škodlivý při styku s kůží
R 22	Zdraví škodlivý při požití
R 23	Toxický při vdechování
R 24	Toxický při styku s kůží
R 25	Toxický při požití
R 26	Vysoce toxický při vdechování
R 27	Vysoce toxický při styku s kůží
R 28	Vysoce toxický při požití
R 29	Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
R 30	Při používání se může stát vysoce hořlavým
R 31	Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
R 32	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
R 33	Nebezpečí kumulativních účinků
R 34	Způsobuje poleptání
R 35	Způsobuje těžké poleptání
R 36	Dráždí oči
R 37	Dráždí dýchací orgány
R 38	Dráždí kůži
R 39	Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
R 40	Možné nebezpečí nevratných účinků
R 41	Nebezpečí vážného poškození očí
R 42	Může vyvolat senzibilaci při vdechování

Příloha č.1: Tabulka jednoduchých R-vět

R 43	Může vyvolat senzibilaci při styku s kůží
R 44	Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
R 45	Může vyvolat rakovinu
R 46	Může vyvolat poškození dědičných vlastností
R 47	Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
R 48	Může vyvolat rakovinu při vdechování
R 49	Vysoce toxický pro vodní organismy
R 50	Toxický pro vodní organismy
R 51	Škodlivý pro vodní organismy
R 52	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 53	Toxický pro rostliny
R 54	Toxický pro zvířata
R 55	Toxický pro půdní organismy
R 56	Toxický pro včely
R 57	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
R 58	Nebezpečí pro ozonovou vrstvu
R 59	Může poškodit reprodukční schopnost
R 60	Může poškodit plod v těle matky
R 61	Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti
R 62	Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
R 63	Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka
R 64	Zdraví škodlivý; při požití může vyvolat poškození plic

Zdroj:[4]

Příloha č.2: Tabulka jednoduchých S-vět

S 1	Uchovávejte pod uzamčením
S 2	Uchovávejte mimo dosah dětí
S 3	Uchovávejte v chladnu
S 4	Uchovávejte mimo obytné objekty
S 5	Uchovávejte pod ...(příslušnou kapalinu specifikuje výrobce a distributor)
S 6	Uchovávejte pod ...(interní plyn specifikuje výrobce a distributor)
S 7	Uchovávejte obal těsně uzavřený
S 8	Uchovávejte obal suchý
S 9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě
S 12	Neuchovávejte obal těsně uzavřený
S 13	Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv
S 14	Uchovávejte odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 15	Chraňte před teplem
S 16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření
S 17	Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů
S 18	Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevírejte
S 20	Nejezte a nepijte při používání
S 21	Nekuřte při používání
S 22	Nevdechujte prach
S 23	Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce)
S 24	Zamezte styku s kůží
S 25	Zamezte styku s očima
S 26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
S 27	Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
S 28	Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím.
S 29	Nevylévejte do kanalizace
S 30	K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
S 33	Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
S 35	Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
S 36	Používejte vhodný ochranný oděv
S 37	Používejte vhodné ochranné rukavice
S 38	V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
S 39	Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
S 40	Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte ...(specifikuje výrobce)
S 41	V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy
S 42	Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek
S 43	V případě požáru použijte ...(uved'te zde konkrétní typ hasícího zařízení)
S 45	V případě úrazu, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc
S 46	Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
S 47	Uchovávejte při teplotě nepřesahující ...°C (specifikuje výrobce a distributor)

Příloha č.2: Tabulka jednoduchých S-vět

S 48	Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ... (vhodnou látku specifikuje výrobce a distributor)
S 49	Uchovávejte pouze v původním obalu
S 50	Nesměšujte s ... (specifikuje výrobce a distributor)
S 51	Používejte pouze v dobře větraných prostorách
S 52	Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
S 53	Zamezte expozici - před použitím si obstarejte speciální instrukce
S 56	Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě nebezpečných odpadů
S 57	Použijte vhodný obal, k zamezení kontaminace životního prostředí
S 59	Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci
S 60	Tento materiál nebo jeho obal musí být zneškodněn jako nebezpečný odpad
S 61	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
S 62	Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc

Zdroj: [4]

Příloha č.3: Tabulka kombinovaných R-vět

R 14/15	Prudce reaguje s vodou z a uvolňování extrémně hořlavých plynů
R 15/29	Při styku s vodou uvolňuje toxický, extrémně hořlavý plyn
R 20/21	Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží
R 20/22	Zdraví škodlivý při vdechování a při požití
R 20/21/22	Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití
R 21/22	Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití
R 23/24	Toxický při vdechování a při styku s kůží
R 23/25	Toxický při vdechování a při požití
R 23/24/25	Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 24/25	Toxický při styku s kůží a při požití
R 26/27	Vysoce toxický při vdechování a při styku s kůží
R 26/28	Vysoce toxický při vdechování a při požití
R 26/27/28	Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 27/28	Vysoce toxický při styku s kůží a při požití
R 36/37	Dráždí oči a dýchací orgány
R 36/38	Dráždí oči a kůži
R 36/37/38	Dráždí oči, dýchací orgány a kůži
R 37/38	Dráždí orgány a kůži
R 39/23	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/24	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/23/24	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 39/23/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R 39/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 39/23/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a požití
R 39/26	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/26/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 39/26/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a požití
R 39/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a požití
R 39/26/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, při styku s kůží a požití
R 40/20	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování
R 40/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží

Zdroj: [4]

Příloha č.3: Tabulka kombinovaných R-vět

R 40/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při požití
R 40/20/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 40/20/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při požití
R 40/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 40/20/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R 42/43	Může vyvolat senzibilaci při vdechování a při styku s kůží
R 48/20	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/20/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/20/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R 48/20/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R 48/23	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/23/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/23/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R 48/23/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R 50/53	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 51/53	Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 52/53	Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí

Zdroj: [4]

Příloha č.4: Tabulka kombinovaných S-vět

S 1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
S 3/7	Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě
S 3/9/14	Uchovávejte na chladném, dobře větraném místě odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uveďte výrobce a distributor)
S 3/9/14/49	Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě odděleně od...(vzájemně se vylučující látky uveďte výrobce a distributor)
S 3/9/49	Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě
S 3/14	Uchovávejte na chladném místě, odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uveďte výrobce a distributor)
S 7/8	Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý
S 7/9	Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě
S 7/47	Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující ...°C (specifikuje výrobce a distributor)
S 20/21	Nejezte, nepijte a nekuřte při používání
S 24/25	Zamezte styku s kůží a očima
S 29/56	Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě nebezpečných odpadů
S 36/37	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice
S 36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 36/39	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 37/39	Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 47/49	Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující ...°C (specifikuje výrobce a distributor)

Zdroj:[4]

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Acetaldehyd	F+; Xn	R 12-36/37-40	S (2-)16-33-36/37
Acetamid	Xn	R 40	S (2-)36/37
Acetanhydrid	C (20+), Xi (8-20)	R 10-34	S (2-)22-24-37
Aceton	F	R 11	S (2-)9-16-23-33
Acetylchlorid	C, F	R 11-14-34	S (1/2-)9-16-26-45
Akrolein	T+, F	R 11-25-26-34	S (1/2-)3/9/14-26-36/37/39-38-45
Amoniak	T (5+), N, Xn (0,5-5)	R 10-23-34-50	S (1/2-)9-16-26-36/37/39-45-61
Amoniak (roztok)	C (10+), N, Xi (5-10)	R 34-50	S (1/2-)26-36/37/39-45-61
Amylalkohol	Xn (25+)	R 10-20	S (2-)24/25
Anilin	T (1+), N, Xn (0,2-1)	R 20/21/22-40-48/23/24//25-50	S (1/2-)28-36/37-45-61
Baryum - sloučeniny	Xn (1+)	R 20/22	S (2-)28
Benzaldehyd	Xn	R 22	S (2-)24
Benzen	F, T	R 45-11-48/23/24/25	S 53-45
Benzín (lékařský)	F, Xn	R 11-45-65	S 53-45
p-Benzochinon	T	R 23/25-36/37/38	S (1/2-)26-28-45
Benzoylchlorid	C	R 34-50	S (1/2-)26-45
Benzylbromid	Xi	R 36/37/38	S (2-)39
Brom	T+, C	R 26-35	S (1/2-)7/9-26-45
Brombenzen	Xi, N	R 10-38-51/53	S (2-)61
Bromethan	Xn	R 20/21/22	S (2-)28
Bromová voda	Xn		
Bromovodík	C	R 35-37	S (1/2-)7/9-26-45
Butan	F+	R 12-36/37-40	S (2-)9-16
1-Butanol	Xn (25+)	R 10-20	S (2-)16

Zdroj:[4]

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Cyklohexan	F	R 11	S (2)-9-16-33
Cyklopentanon	Xi	R 10-36/38	S (2-)23
Diethylether	F+	R 12-19	S (2-)9-16-29-33
Dichroman amonný	E, T+ (7+), N, T (0,1-7)	R 49-46-1-8-21-25-26-37/38-41-43-50/53	S 53-45-60-61
Dichroman draselný	T+ (7+), N, T (0,5-7)	R 49-46-21-25-26-37/38-41-43-50/53	S 53-45-60-61
Draslík	F, C	R 14/15-34	S (1/2-)5*-8-45
Dusičnan stříbrný	C	R 34-50	S (1/2)-26-45
Dusitan draselný	O, T(5+), Xn(1-5)	R 8-25	S (1/2-)45
Dusitan sodný	O, T(5+), Xn(1-5)	R 8-25	S (1/2-)45
Ethan	F+	R 12	S (2-)9-16-33
Ethandiol	Xn (25+)	R 22	S (2)
Ethanol	F	R 11	S (2-)7-16
Ethen	F+	R 12	S (2-)9-16-33
Ethin	F+	R 5-6-12	S (2-)9-16-33
Fehlingův roztok I.	Xn	R 22-36/38	S (2-)22
Fehlingův roztok II.	C	R 35-37	S (1/2-)26-37/39-45
Fenol	T (5+), Xn (1-5)	R 24/25-34	S (1/2-)28-45
Formaldehyd	T (25+), Xn (1-25), Xi (0,2-1)	R 23/24/25-34-40-43	S (1/2-)26-36/37/39-45-51
Fosfor (bílý)	F, T+, C	R 17-26/28-35	S (1/2-)5-26-28-45
Fosfor (červený)	F	R 11-16	S (2-)7-43
Hexachlorcyklohexan	T, N	R 21-25-40-50/53	S (1/2-)22-36/37-45-60-61
Hexamethylendiamin	C	R 21/22-34-37	S (1/2-)22-26-36/37/39-45
Hexan	F, Xn (5+)	R 11-48/20	S (2-)9-16-24/25-29-51
Hliník (práškový)		R 10-15	S (2-)7/8-43

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Hořčík (prášk.,hobliny)	F	R 11-15	S (2-)7/8-43
Hydrogensíran draselný	C	R 34-37	S (1/2-)26-36/37/39-45
Hydrogensíran sodný	C	R 34-37	S (1/2-)26-36/37/39-45
Hydrochinon	Xn	R 20/22	S (2-)24/25-39
Hydroxid draselný	C (2+), Xi (0,5-2)	R 35-37	S (1/2-)26-37/39-45
Hydroxid nikelnatý	Xn	R 20/22-40-43	S (2-)22-36
Hydroxid sodný	C (2+), Xi (0,5-2)	R 35-37	S(1/2-)26-37/39-45
Chlor	T, N	R 23-36/37/38-50	S (1/2-)9-45-61
Chloramin	Xi	R 36/37/38	S (2-)7-15
Chlorethan	F+, Xn	R 12-40-52/53	S (2-)9-16-33-36/37-61
Chlorid amonný	Xn	R 22-36	S (2-)22-36
Chlorid antimonitý	C	R 34-37	S (1/2-)26-45
Chlorid hlinitý	C	R 34	S (1/2-)7/8-28-45
Chlorid uhličitý	T (1+), N, Xn (0,2-1)	R 23/24/25-40-48/23-52/53-59	S (1/2-)23-36/37-45-559-61
Chlorid vápenatý	Xi	R 36/37/38	S (2-)22-24
Chlorid zinečnatý	C	R 34	S (1/2-)7/8-28-45
Chlornan sodný	C (10+), Xi (5-10)	R 31-34	S (1/2-)28-45-50
Chloroform	Xn (1+)	R 22-38-40-48/20/22	S (2-)36/37
Chlorová voda	Xn		
Chlorové vápno	Xi, O, C	R 36-8-31-34	S (1/2-)22-24-26-43-45
Chlorovodík	T (5+), C (0,2+), Xi (0,02-2)	R 23-35	S (1/2-)9-26-36/37/39-45
Chroman draselný	T, N	R 49-46-36/37/38-43-50/53	S 53-45-60-61
Chroman olovnatý	T, N	R 61-62-33-40-50/53	S 53-45-60-61
Jod	Xn	R 20/21	S (2-)23-25

Zdroj:[4]

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Kaprolaktam	Xn	R 20/22-36/37/38	S (2)
Karbid vápníku	F	R 15	S (2)8-43
Kofein	Xn	R 22	S (2)
Kyselina adipová	Xi	R 36	S (2)
kyselina dusičná	O, C (5+)	R 8-35	S (1/2-)23-26-36-45
Kyselina fosforečná	C (25+), Xi (10-25)	R 34	S (1/2-)26-45
Kyselina chlorovodíková	C (25+), Xi (10-25)	R 34-37	S (1/2-)26-45
Kyselina máselná	C	R 34	S (1/2-)26-36-45
Kyselina mravenčí	C (10+), Xi (2-10)	R 35	S (1/2-)23-26-45
Kyselina octová	C (25+), Xi (10-25)	R 10-35	S (1/2-)23-26-45
Kyselina propionová	C (25+), Xi (10-25)	R 34	S (1/2-)23-26-45
Kyselina sírová	C (15+), Xi (5-15)	R 35	S (1/2-)26-30-45
Kyselina šťavelová	Xn (5+)	R 21/22	S (2-)24/25
Kyselina valerová	C	R 34	S (1/2-)26-36-45
Kyslík	O	R 8	S (2-)17
Lugolův roztok	Xn	R 20/21	S (2-)23-25
Manganistan draselný	O, Xn	R 8-22	S (2)
Methan	F+	R 12	S (2-)9-16-33
Methanol	F, T (20+), Xn (3-20)	R 11-23/25	S (1/2-)7-16-24-45
Methylamin	F+, Xn (5+), Xi(0,5-5)	R 12-20-37/38-41	S (2-)16-26-39
2-Methyl-2-propanol	F, Xn (25+)	R 11-20	S (2-)9-16
Molischovo činidlo	Xn, F	R 11-21/22-37/38-41	S (2-)7-16-22-26-37/39
1-Naftol	Xn	R 21/22-37/38-41	S (2-)22-26-37/39
Nesslerovo činidlo	T+, C	R 26/27/28-33-35	S (1/2-)13-28-45-26-37/39

Zdroj:[4]

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Nikotin	T+	R 25-27	S (1/2-)36/37-45
Nitrobenzen	T+(7+), T(1-7), Xi(0,2-1)	R 26/27/28-33	S (1/2-)28-36/37-45
Nitrotoluen	T, N	R 23/24/25-33-51/53	S (1/2-)28-37-45-61
Octan olovnatý	T, N	R 61-62-33-48/22	S 53-45
Olovo - sloučeniny	T, N	R 61-62-20/22-33	S 53-45
Oxid dusičitý	T+	R 246-34	S (1/2-)9-26-28-36/37/39-45
Oxid fosforečný	C	R 35	S (1/2-)22-26-45
Oxid manganičitý	Xn	R 20/22	S (2-)25
Oxid siřičitý	T(20+), Xn(5-20), Xi(0,5-5)	R 23-34	S (1/2-)9-26-36/37/39-45
Oxid uhelnatý	F+, T	R 61-12-23-48/23	S 53-45
Peroxid barnatý	O, Xn	R 8-20/22	S (2-)13-27
Peroxid sodný	O, C	R 8-35	S (1/2-)8-27-39-45
Peroxid vodíku	O, C(20+), Xi(5-20)	R 8-34	S (1/2-)3-28-36/39-45
Propan	F+	R 12	S (2-)9-16-33
Propanal	F, Xi	R 11-36/37/38	S (2-)9-16-29
1-Propanol	F	R 11	S (2-)7-16
2-Propanol	F	R 11	S (2-)7-16
Propen	F+	R 12	S (2-)9-16-33
Pyridin	F, Xn(5+)	R 11-20/21/22	S (2-)26-28
Pyrokatechin	Xn	R 21/22-36/38	S (2-)22-26-37
Resorcin	Xn(10+), N	R 22-36/38-50	S (2-)26-61
Rtuť-anorg.sloučeniny	T+(2+), T(0,5-2), Xn (0,1-0,5)	R 26/27/28-33	S (1/2-)13-28-45
Rtuť-organ.sloučeniny	T+(1+), T(0,5-1), Xn (0,05-0,5)	R 26/27/28-33	S (1/2-)13-28-36-45
Selivanovo činidlo	Xi	R 34-37	S (1/2-)26-45

Zdroj:[4]

Příloha č.5: Tabulka nebezpečných chemikálií, rizikových vět a bezpečnostních upozornění

Název	Symbol	R - věty	S - věty
Síran manganatý	Xn	R 48/20/22	S (2-)22
Síran měďnatý	Xn	R 22-36/38	S (2-)22
Síran zinečnatý	Xi	R 36/38	S (2-)22-25
Sodík	F, C	R 14/15-34	S (1/2-)5-8-43-45
Styren	Xn(12,5+)	R 10-20-36/38	S (2-)23
Sulfan	F+, T+(10+), N, T (5-10)	R 12-26-50	S (1/2-)9-16-28-36/37-45-61
Sulfanová voda	Xn		
Sulfid draselný	C	R 31-34	S (1/2-)26-45
Sulfid kademnatý	T	R 22-40-48/23/25	S (1/2-)22-36/37-45
Sulfid dsodný	C	R 31-34	S (1/2-)26-45
1,1,2,2-Tetrabromethan	T+(7+),T(1-7), Xn (0,-1)	R 26-36-52/53	S (1/2-)24-27-45-61
Thiokyanáty	Xn	R 20/21/22-32	S (2-)13
Toluen	F, Xn(15+)	R 11-20	S (2-)16-25-29-33
Trinitrofenol	E, T	R 2-4-23/24/25	S (1/2-)28-35-37-45
Uhličitan barnatý	Xn	R 22	S (2-)24/25
Uhličitan sodný	Xi	R 36	S (2-)22-26-37
Vodík	F+	R 12	S (2-)9-16-33

Zdroj: [4]