

# Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA CHEMIE

EXPERIMENTY S ALKALICKÝMI KOVY VE VÝUCE CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE  
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Jana Duchková

*Učitelství pro střední školy, obor Che-Ge*

Vedoucí práce: Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.

Plzeň, červenec 2012

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 20. červenec 2012

Jana Duchková

## OBSAH

1	ÚVOD .....	1
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	2
2.1	OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(1)</sup> .....	2
2.1.1	Vazba alkalických kovů .....	2
2.1.2	Fyzikální vlastnosti alkalických kovů .....	3
2.1.3	Chemické vlastnosti alkalických kovů .....	4
2.1.4	Výskyt alkalických kovů <sup>(2)</sup> .....	6
2.1.5	Využití alkalických kovů <sup>(1)</sup> .....	6
2.2	SLOUČENINY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(1)</sup> .....	6
2.2.1	Halogenidy alkalických kovů .....	8
2.2.2	Oxidy alkalických kovů .....	8
2.2.3	Peroxidy a hyperoxidy alkalických kovů .....	9
2.2.4	Hydroxidy alkalických kovů .....	9
2.2.5	Oxosoli alkalických kovů .....	9
2.3	SYSTÉM KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ A JEJICH VLIV NA VÝUKU CHEMIE NA SŠ <sup>(3, 4)</sup> .....	11
2.3.1	Postavení učiva alkalických kovů v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia .....	12
2.4	FORMY VÝUKY CHEMIE <sup>(4,5)</sup> .....	13
2.4.1	Povinné formy výuky chemie .....	13
2.5	METODY VÝUKY CHEMIE <sup>(4,5)</sup> .....	15
2.6	CHEMICKÝ EXPERIMENT <sup>(5)</sup> .....	16
2.7	BEZPEČNOST PRÁCE V CHEMICKÉ LABORATOŘI <sup>(6)</sup> .....	17
2.7.1	Klasifikace nebezpečných chemických látek a přípravků <sup>(7)</sup> .....	18
2.7.2	Dělení nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků <sup>(7)</sup> .....	19
2.7.3	Hlavní rizika práce s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky <sup>(7)</sup> .....	20
2.7.4	První pomoc v chemické laboratoři <sup>(7)</sup> .....	22
3	PRAKTICKÁ ČÁST .....	24
3.1	ROZKLAD VODY SODÍKEM <sup>(8)</sup> .....	26
3.2	ROZKLAD VODY DRASLÍKEM <sup>(8)</sup> .....	28
3.3	ZKÁZA TITANIKU <sup>(8)</sup> .....	30
3.4	CHEMICKÉ JO-JO <sup>(9)</sup> .....	32
3.5	PLAMENOVÉ ZKOUŠKY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(10)</sup> .....	34
3.6	BARVENÍ PLAMENE KATIONTY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(8)</sup> .....	36
3.7	SPALOVÁNÍ SODÍKU V KYSLÍKU <sup>(11)</sup> .....	37
3.8	SPALOVÁNÍ SODÍKU V CHLORU <sup>(11)</sup> .....	39
3.9	REAKCE DRASLÍKU S BROMEM <sup>(10)</sup> .....	41
3.10	REAKCE SODÍKU S KONCENTROVANOU KYSELINOU CHLOROVODÍKOVOU <sup>(9)</sup> .....	43
3.11	REAKCE SODÍKU S OXIDEM UHLIČITÝM <sup>(6)</sup> .....	45
3.12	REAKCE HYDROXIDU SODNÉHO S OXIDEM UHLIČITÝM <sup>(10)</sup> .....	48
3.13	ROZPOUŠTĚNÍ HYDROXIDU SODNÉHO <sup>(10)</sup> .....	50
3.14	REAKCE PEROXIDU SODÍKU S OCTANEM OLOVNATÝM <sup>(7)</sup> .....	52
3.15	SAMOVZNÍCENÍ DŘEVĚNÝCH PILIN <sup>(12)</sup> .....	54
3.16	REAKCE PEROXIDU VODÍKU S JODIDEM DRASELNÝM <sup>(13)</sup> .....	56
3.17	BLESKY POD VODOU <sup>(6)</sup> .....	58
3.18	DŮKAZ AMONIAKU NESSLEROVÝM ČINIDLEM <sup>(13)</sup> .....	60

---

3.19 REAKCE HYDROXIDU SODNÉHO S HLINÍKEM <sup>(13)</sup> .....	62
3.20 PEKLO VE ZKUMAVCE <sup>(13)</sup> .....	64
3.21 ELEKTROLÝZA ROZTOKU CHLORIDU SODNÉHO <sup>(15)</sup> .....	66
3.22 DIALÝZA ROZTOKU CHLORIDU SODNÉHO A ŠKROBU <sup>(9)</sup> .....	69
4 ZÁVĚR.....	71
5 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	72
6 SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ.....	73
7 RESUMÉ.....	74
8 PŘÍLOHY.....	I

## 1 ÚVOD

Tématem této diplomové práce jsou Experimenty s alkalickými kovy ve výuce chemie na střední škole.

Alkalické kovy se vyskytují všude kolem nás a jejich studiem se zabývá anorganická chemie. Mezi alkalické kovy patří lithium, sodík, draslík, rubidium, cesium a francium a řadíme je do I. A skupiny periodického systému prvků. Tyto prvky mají podobné fyzikální i chemické vlastnosti, které lze vysvětlit na základě jejich jednoduché elektronové konfigurace  $ns^1$ .

Diplomová práce je rozdělena na dvě základní části. První, teoretická, část obsahuje obecný popis alkalických kovů a jejich sloučenin. Dále jsou zde charakterizovány kurikulární dokumenty a jejich vliv na výuku chemie na střední škole, metody a formy výuky chemie, experimenty ve výuce chemie a nakonec bezpečnost práce v chemické laboratoři. Druhá, praktická, část obsahuje popis 22 experimentů s alkalickými kovy, které jsou uspořádány do přehledných tabulek i s obrazovou dokumentací. Tyto experimenty slouží jako podklad pro práci učitele nebo žáků v hodinách chemie a dále jako možnost využití v laboratorním cvičení.

Při tvorbě diplomové práce jsem, především v teoretické části, vycházela ze svojí bakalářské práce s názvem Alkalické kovy a jejich sloučeniny.

Děkuji Mgr. Jitce Štrofové, Ph.D. za vedení diplomové práce.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(1)</sup>

Alkalické kovy jsou prvky první skupiny (I. A) periodického systému prvků kromě vodíku. Patří sem lithium Li, sodík Na, draslík K, rubidium Rb, cesium Cs a francium Fr. Jejich skupinový název je odvozen z pojmu „alkálie“, což je označení pro sloučeniny kyslíku s kovy nebo kyslíku a vodíku s kovy. Alkalické kovy jsou známy již od starověku a mají široké využití.

Elektronová konfigurace valenčních sfér všech alkalických kovů je v základním stavu  $ns^1$ . Podle této jednoduché elektronové konfigurace lze odvodit fyzikální a chemické vlastnosti alkalických kovů, které vycházejí z klasifikace v periodickém systému prvků.

#### 2.1.1 VAZBA ALKALICKÝCH KOVŮ

Alkalické kovy mají velmi nízké hodnoty elektronegativit, lze je tedy označit za elektropozitivní prvky. Zároveň mají i nízké hodnoty první ionizační energie. Nízké hodnoty elektronegativit i první ionizační energie jsou způsobeny tím, že valenční sféry atomů alkalických kovů jsou v základním stavu obsazeny jedním volně vázaným elektronem. Elektronegativita i ionizační energie klesá ve skupině shora dolů. Hodnoty druhé ionizační energie jsou naopak vysoké, což způsobují atomové ionty, které vznikají při odtržení elektronu z valenční vrstvy atomů alkalických kovů.

Na základě těchto vlastností je pro atomy prvků alkalických kovů nejvýhodnější vázat se v pevném nebo kapalném skupenství kovovou či nepolární kovovou vazbou. Ve sloučeninách se alkalické kovy váží vazbou iontovou a mají výhradně kladný oxidační stav I. Elektronová konfigurace kationtů alkalických kovů se shoduje s elektronovou konfigurací předchozího vzácného plynu.

Atomy alkalických kovů tvoří směrově nespécifickou iontovou vazbu a mají také minimální akceptorové schopnosti. Proto ionty alkalických kovů nebývají často středovými ionty v komplexních iontech koordinačních sloučenin.

### 2.1.2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI ALKALICKÝCH KOVŮ

Alkalické kovy jsou velmi měkké, lehké, stříbrolesklé až lesklé kovy. Výjimku tvoří cesium, které je v čistém stavu zlatožluté. Všechny alkalické kovy velmi dobře vedou elektrický proud, teplo a tvoří krystaly s prostorově centrovanými mřížkami.

V periodickém systému prvků disponují alkalické kovy oproti ostatním prvkům specifickými vlastnostmi. Všechny prvky mají velké atomové a iontové poloměry, také vysokou tepelnou a elektrickou vodivost a malou mechanickou pevnost. Dále mají alkalické kovy nízké teploty tání, nízké teploty varu a nízké hodnoty hustot.

Slabá vazba jednoho valenčního elektronu způsobuje nízké hodnoty výparných, disociačních a slučovacích entalpií alkalických kovů.

Alkalické kovy jsou také velmi dobře stlačitelné a pro jejich měkkost je lze krájet nožem.

Při analytických stanoveních, především při fotometrii a absorpční spektroskopii, se využívá další specifické vlastnosti alkalických kovů, a to barvení plamene. Každý z těchto kovů barví plamen charakteristickým způsobem, přičemž barvu plamene způsobuje přítomnost vnějšího elektronu.

Tabulka 1 Fyzikální vlastnosti alkalických kovů <sup>(1)</sup>

Prvek	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Hustota při 20 °C [g·cm <sup>-3</sup> ]	0,5340	0,9725	0,8620	1,5320	1,8730	1,8340
Teplota tání [°C]	180,54	97,72	63,38	39,31	28,44	27
Teplota varu [°C]	1 342	883	759	688	671	677
Tvrdość v Mohsově stupnici	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	-
Výparné teplo [kJ·mol <sup>-1</sup> ]	148	99	79	76	67	-
Disociační teplo [kJ·mol <sup>-1</sup> ]	107,8	73,3	49,9	47,3	43,6	-
Slučovací teplo [kJ·mol <sup>-1</sup> ]	162	110	90	88	79	-

Tabulka 2 Zbarvení plamene a hlavní absorpční složky vlnových délek alkalických kovů <sup>(1)</sup>

Prvek	Li	Na	K	Rb	Cs
Zbarvení	karmínové	žluté	fialové	červenofialové	modré
Vlnová délka [nm]	670,8	589,2	766,5	780,0	455,5

### 2.1.3 CHEMICKÉ VLASTNOSTI ALKALICKÝCH KOVŮ

Na základě ochoty elektronu  $ns^1$  vstupovat do vazebných situací jsou alkalické kovy velmi reaktivní v elementárním stavu, přičemž reaktivita stoupá od lithia k franciu.

Alkalické kovy jsou na svém řezu velmi lesklé. Tento lesk se působením vzdušného kyslíku a vlhkosti rychle ztrácí a řez se pokryje vrstvou hydroxidu, oxidu, peroxidu nebo uhličitanu. Proto se alkalické kovy uchovávají pod vrstvou petroleje nebo parafinového oleje.

Alkalické kovy jsou silnými redukčními činidly, téměř vždy se oxidují a na vzduchu se samovolně vzněcují. Jejich reakce jsou silně exotermické.

Ve sloučeninách mají oxidační číslo I, což je způsobeno vysokou hodnotou druhé ionizační energie.

Všechny alkalické kovy přímo reagují se vzdušným kyslíkem za vzniku oxidů, peroxidů nebo hyperoxidů:

- $4 M + O_2 \rightarrow 2 M_2O$
- $2 M + O_2 \rightarrow M_2O_2$
- $M + O_2 \rightarrow MO_2$

Dále reagují bouřlivě s vodou, kdy vzniká hydroxid, uvolňuje se plynný vodík a velké množství tepla:

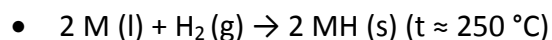
- $2 M + 2 H_2O \rightarrow 2 MOH + H_2$

S dusíkem za vzniku azidů nebo nitridů:

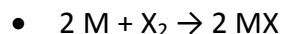
- $2 M + 3 N_2 \rightarrow 2 MN_3$



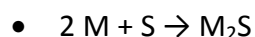
Při vyšších teplotách vykazují reakci s vodíkem za vzniku hydridů. Tato reakce dokládá redukční vlastnosti alkalických kovů:



Dále reagují také s halogeny za vzniku halogenidů:



A se sírou za vzniku sulfidů:



Výjimku tvoří lithium, které vykazuje specifické vlastnosti ve svých sloučeninách (viz 2.2). Tyto vlastnosti jsou způsobeny velmi malým rozměrem lithia a bývá proto někdy označováno jako prvek anomální.

Další chemickou vlastností alkalických kovů je snadné rozpouštění v kapalném amoniaku, které je způsobené jejich nízkou ionizační energií. Při rozpouštění alkalických kovů v amoniaku vznikají relativně stálé modře zbarvené roztoky, které působí silně redukčně. Barva roztoků je způsobena přítomností stejně barevných částic. Při vyšší koncentraci alkalických kovů mají roztoky bronzovou až hnědou barvu.

Tabulka 3 **Chemické a atomové vlastnosti alkalických kovů** <sup>(1)</sup>

Název	Lithium	Sodík	Draslík	Rubidium	Cesium	Francium
Název (latinsky)	Lithium	Natrium	Kalium	Rubidium	Cesium	Francium
Prvek	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Protonové číslo	3	11	19	37	55	87
Relativní atomová hmotnost	6,9410	22,9898	39,0983	35,4678	132,9054	223,9054
Paulingova elektronegativita	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
Elektronové konfigurace	[He] 2s <sup>1</sup>	[Ne] 3s <sup>1</sup>	[Ar] 4s <sup>1</sup>	[Kr] 5s <sup>1</sup>	[Xe] 6s <sup>1</sup>	[Rn] 7s <sup>1</sup>
Ionizační energie [kJ·mol <sup>-1</sup> ]	520,1	495,7	418,6	402,9	375,6	375
Poloměr kovu [pm]	152	186	227	248	265	-
Iontový poloměr [pm]	76	102	138	152	167	180 <sup>i</sup>

<sup>i</sup> Pro koordinační číslo 6.

Z tabulky 3 vyplývá, že relativní atomová hmotnost alkalických kovů stoupá se zvyšujícím se protonovým číslem a zároveň klesá elektronegativita.

#### 2.1.4 VÝSKYT ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(2)</sup>

Alkalické kovy se v přírodě díky svojí reaktivitě vyskytují zásadně ve formě sloučenin, přičemž největší zastoupení v zemské kůře, mořské vodě a ve vesmíru má lithium, sodík a draslík. I když jsou si tyto prvky chemicky velmi podobné, nevyskytují se v přírodě společně, což je dáno různou velikostí jejich atomů.

Lithium se v přírodě vyskytuje v železno-hořečných minerálech, kde z části nahrazuje hořčík. Jeho nejvýznamnějším minerálem je spodumen  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ , který se nejvíce vyskytuje v USA, Kanadě nebo jižní Americe.

Sodík a draslík jsou biogenními prvky, tvoří hlavní složku mořské vody a vyskytují se i v léčivých a minerálních vodách. Nejvýznamnějším minerálem s obsahem sodíku je např. halit (sůl kamenná)  $\text{NaCl}$ , nejvýznamnějším minerálem s obsahem draslíku je např. sylvín  $\text{KCl}$ . Ložiska sodíku a draslíku jsou rozšířena po celém světě.

Rubidium a cesium se v zemské kůře a ve vesmíru vyskytují pouze v malých množstvích, v minerálech tvoří především příměsi.

#### 2.1.5 VYUŽITÍ ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(1)</sup>

V praxi mají největší význam sloučeniny alkalických kovů. Samotné alkalické kovy se využívají jako redukovadla v organické nebo analytické chemii.

Lithium se využívá jako přídavek do slitin, dále v metalurgii nebo v chemickém průmyslu pro výrobu léčiv. Sodík má využití v jaderné energetice, chemickém průmyslu nebo elektrotechnice. Draslík se nejvíce využívá k výrobě umělých hnojiv.

## 2.2 SLOUČENINY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(1)</sup>

Alkalické kovy tvoří velké množství sloučenin se všemi běžnými anionty. Ve sloučeninách se vyskytují výhradně v oxidačním stavu I jako kationty  $\text{M}^+$  velmi podobných vlastností. Kationty jsou bezbarvé a s vodou nehydrolyzují, pouze hydratují. Zbarvení sloučenin způsobují anionty. Ve sloučeném stavu alkalické kovy ztrácejí svoji reaktivitu a stávají se neutrálními částicemi.

Alkalické kovy mají ve sloučeném stavu většinou iontový charakter a jsou také často rozpustné ve vodě, kde zcela disociují na ionty. Velký poloměr částic alkalických kovů a jejich malý kladný náboj způsobuje velkou stabilitu sloučenin alkalických kovů.

Výjimečně se při vytváření sloučenin chová lithium. I přes svoji malou reaktivitu reaguje při zahřívání s dusíkem za vzniku nitridu lithného  $\text{Li}_3\text{N}$ , i když ostatní alkalické kovy s dusíkem nereagují. Při vyšších teplotách se přímo slučuje s uhlíkem na karbid lithný  $\text{Li}_2\text{C}_2$  a křemíkem na silicid lithný  $\text{Li}_6\text{Si}_2$ . Také je mísitelné se sodíkem pouze při teplotě vyšší než  $380\text{ }^\circ\text{C}$  a s roztaveným draslíkem, rubidiem nebo cesiem je nemísitelné, i když jsou všechny ostatní dvojice alkalických kovů spolu mísitelné ve všech poměrech. Při spalování lithia na vzduchu vznikne oxid lithný  $\text{Li}_2\text{O}$ , ale ostatní alkalické kovy při spalování na vzduchu vytvářejí peroxidy nebo hydroxidy. Zahříváním uhličitanu lithného  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , hydroxidu lithného  $\text{LiOH}$  nebo peroxidu lithného  $\text{Li}_2\text{O}_2$  dochází k rozkladu na oxidy, i když u ostatních alkalických kovů k těmto rozkladům nedochází. A i když hydrogenuhličitan alkalických kovů existují i v tuhém skupenství, tak hydrogenuhličitan lithný  $\text{LiHCO}_3$  se vyskytuje pouze v roztoku. Odlišnost lithia od ostatních alkalických kovů se projevuje také v tvorbě kamenců (podvojných solí kyseliny sírové). Síran lithný  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  kamence netvoří, ale sírany ostatních alkalických kovů ano, protože jsou izomorfní. Poslední anomálií lithia je rozdíl v rozpustnosti jeho sloučenin. Jak fosforečnan lithný  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ , tak uhličitan lithný  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  jsou málo rozpustné, fluorid lithný  $\text{LiF}$  je dokonce nerozpustný. V organických rozpouštědlech je rozpustný chlorečnan lithný  $\text{LiClO}_3$  a také lithné halogenidy (vyjma fluoridu lithného), přičemž obdobné sloučeniny ostatních alkalických kovů jsou mnohem méně rozpustné.

Tabulka 4 Přehled nejdůležitějších typů sloučenin alkalických kovů <sup>(1)</sup>

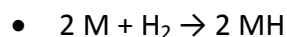
Hydridy	MH	
Halogenidy	MX	
Oxidy	$\text{M}_2\text{O}$	
Peroxidy	$\text{M}_2\text{O}_2$	
Hyperoxidy	$\text{MO}_2$	
Hydroxidy	MOH	
Oxosoli	dusičnany	$\text{MNO}_3$
	uhličitan	$\text{M}_2\text{CO}_3$
	sírany	$\text{M}_2\text{SO}_4$

### 2.2.1 Hydridy alkalických kovů

Hydridy alkalických kovů MH jsou velmi reaktivní, bezbarvé krystalické látky, které jsou za obyčejné teploty stálé. Jsou také typickými představiteli iontových hydridů, tedy sloučenin vodíku s elektropozitivními kovy. Vodík má v těchto sloučeninách oxidační číslo -1.

Vznik hydridů alkalických kovů je podmíněn přímou syntézou jednotlivých prvků při teplotách od 300 °C (pro cesium) po 600 °C (pro lithium). Tyto teplotní rozdíly značí, že stálost hydridů alkalických kovů klesá od lithia k cesiu.

Hydridy lithia, draslíku, sodíku, rubidia a cesia lze připravit reakcí daného kovu s vodíkem:



### 2.2.1 HALOGENIDY ALKALICKÝCH KOVŮ

Halogenidy alkalických kovů MX jsou bezbarvé krystalické látky s vysokými teplotami tání a dobrou rozpustností ve vodě. Jejich teploty tání a varů jsou vždy dány posloupností od fluoridů, přes chloridy, bromidy až po jodidy:  $(F^-) > (Cl^-) > (Br^-) > (I^-)$ . Výjimkou jsou soli cesia, u kterých jsou hodnoty nejisté.

Halogenidy alkalických kovů lze připravit reakcí halogenvodíkové kyseliny HX s příslušným hydroxidem MOH nebo uhličitánem  $M_2CO_3$  a následným překrystalizováním.

Mezi nejvýznamnější halogenidy patří chlorid sodný (sůl kamenná, kuchyňská sůl) NaCl a chlorid draselný KCl.

### 2.2.2 OXIDY ALKALICKÝCH KOVŮ

Oxidy alkalických kovů  $M_2O$  jsou silně zásadité látky, které obsahují ionty  $O^{2-}$ . Na základě atomového čísla daných alkalických kovů je určena barva jednotlivých oxidů. Čím je zbarvení oxidů jasnější, tím je vyšší atomové číslo daného kovu. Z toho plyne, že např. oxid lithný  $Li_2O$  a oxid sodný  $Na_2O$  jsou bílé barvy, kdežto oxid draselný  $K_2O$  s oxidem rubidným  $Rb_2O$  mají barvu žlutou a oxid cesný  $Cs_2O$  je dokonce oranžový.

Z hlediska teploty jsou oxidy alkalických kovů velmi stálé, k nepatrnému rozkladu dochází pouze do teploty 500 °C.

V praxi lze oxidy alkalických kovů připravit reakcí peroxidů nebo hydroxidů nebo redukcí dusičnanů či dusitanů, jinak nemají větší význam.

Mezi nejvýznamnější oxidy alkalických kovů patří oxid lithný  $\text{Li}_2\text{O}$ , který je ze všech oxidů alkalických kovů nejstálejší.

### 2.2.3 PEROXIDY A HYPEROXIDY ALKALICKÝCH KOVŮ

Při hoření alkalických kovů v proudu kyslíku vznikají peroxidy  $\text{M}_2\text{O}_2$  a hyperoxidy  $\text{MO}_2$ . Pokud se při hoření nevyskytují žádné oxidovatelné látky, jsou peroxidy a hyperoxidy alkalických kovů v plameni poměrně stálé. Peroxidy a hyperoxidy alkalických kovů se nejčastěji využívají k rozkladu oxidovatelných látek v nerozpustných kyselinách.

Mezi nejvýznamnější peroxidy alkalických kovů patří peroxid lithný  $\text{Li}_2\text{O}_2$  nebo peroxid sodný  $\text{Na}_2\text{O}_2$ . Nejvýznamnějším hyperoxidem alkalických kovů je hyperoxid draselný  $\text{KO}_2$ .

### 2.2.4 HYDROXIDY ALKALICKÝCH KOVŮ

Hydroxidy alkalických kovů  $\text{MOH}$  jsou bezbarvé hygroskopické sloučeniny, které se snadno taví. Pro jejich tavení ale musí být použity pouze nádoby ze železa nebo niklu, protože mají silné leptavé účinky. Jsou tak agresivní, že leptají sklo i porcelán. V přítomnosti kyslíku jsou schopny poškodit i platinu. Hydroxidy alkalických kovů jsou také velmi dobře rozpustné ve vodě nebo v ethanolu. Výjimku tvoří hydroxid lithný  $\text{LiOH}$ , který je málo hygroskopický a tudíž ve vodě (ethanolu) minimálně rozpustný.

Z praktického hlediska jsou hydroxidy alkalických kovů velmi významné. Mezi nejvýznamnější hydroxidy alkalických kovů patří hydroxid sodný  $\text{NaOH}$  a hydroxid draselný  $\text{KOH}$ , které se vyrábějí ve velkém množství.

### 2.2.5 OXOSOLI ALKALICKÝCH KOVŮ

Oxosoli alkalických kovů jsou bezbarvé sloučeniny, vyjma solí, které jsou odvozeny od barevných aniontů. Jejich vodné roztoky obsahují bezbarvé jednomocné ionty alkalických kovů, které jsou ve zředěných roztocích hydratovány. Soli alkalických kovů jsou téměř všechny dobře rozpustné ve vodě, přičemž v alkoholu je většina téměř nerozpustná (vyjma lithných solí). Ve vodných roztocích jsou soli alkalických kovů plně disociovány a soli lehčích kovů obsahují v krystalickém stavu také velké množství vody. Se slabými kyselinami reagují soli alkalických kovů zásaditě.

Téměř všechny oxosoli alkalických kovů lze připravit neutralizací hydroxidu a kyseliny daného kovu. Dále také rozpuštěním příslušného kovu v kyselině nebo reakcí kyselého hydroxidu s hydroxidem alkalického kovu. Mezi nejvýznamnější oxosoli alkalických kovů patří dusičnany, uhličitany a sírany.

**Dusičnany**  $\text{MNO}_3$  alkalických kovů jsou bílé krystalické sloučeniny, které jsou dobře rozpustné ve vodě. Mají nízkou teplotu tání a při teplotě nad  $500\text{ }^\circ\text{C}$  se rozkládají za uvolnění kyslíku. Uvolněný kyslík má za následek jejich využití jako oxidačních činidel.

V praxi se dusičnany alkalických kovů nejvíce využívají v průmyslu a také jako přísady do solných lázní nebo jako média vedoucí teplo. Mezi nejvýznamnější dusičnany alkalických kovů patří dusičnan sodný (chilský ledek)  $\text{NaNO}_3$  a dusičnan draselný (draselný ledek)  $\text{KNO}_3$ .

**Uhličitany** alkalických kovů jsou odvozeny od kyseliny uhličitě  $\text{H}_2\text{CO}_3$  a vyskytují ve dvou řadách. Jsou to tzv. normální neboli sekundární uhličitany  $\text{M}_2\text{CO}_3$  a kyselé neboli primární hydrogenuhličitany  $\text{MHCO}_3$ . Normální (sekundární) uhličitany vznikají úplnou neutralizací kyseliny uhličitě zásadami, kyselé (primární) hydrogenuhličitany vznikají nahrazením pouze jednoho ze dvou vodíkových atomů.

Všechny uhličitany alkalických kovů jsou dobře rozpustné ve vodě, vyjma uhličitany lithného  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  a hydrogenuhličitany sodného  $\text{NaHCO}_3$ .

Ve vodném roztoku reagují uhličitany i hydrogenuhličitany zásaditě. Toto chování je způsobeno kyselinou uhličitou, což je slabá kyselina, a uhličitany i hydrogenuhličitany jsou tedy hydrolyticky rozštěpeny:

- $\text{M}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{MOH} + \text{MHCO}_3$
- $\text{MHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{MOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$

Mezi nejvýznamnější uhličitany alkalických kovů patří uhličitan sodný (soda)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , který se průmyslově připravuje z nasyceného roztoku chloridu sodného  $\text{NaCl}$  tzv. Solvayovou metodou. Solvayova metoda je založena na přeměně chloridu sodného na uhličitan sodný za použití amoniaku:

- $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

- $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Dále je velmi významný hydrogenuhličitan sodný (jedlá soda)  $\text{NaHCO}_3$  nebo uhličitan draselný (potaš)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

**Sírany** alkalických kovů jsou odvozeny od kyseliny sírové  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a vyskytují se ve dvou řadách. Jsou to tzv. normální sírany  $\text{M}_2\text{SO}_4$  a kyselé hydrogensírany  $\text{MHSO}_4$ . Normální sírany se rozpouštějí ve vodě s neutrální reakcí, kdežto kyselé hydrogensírany se ve vodě rozpouštějí s reakcí kyselou.

Všechny sírany alkalických kovů jsou dobře rozpustné ve vodě a mohou tvořit podvojně sloučeniny  $\text{MF}$  s odpovídajícími fluoridy (vyjma síranu lithného  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ). Mezi nejvýznamnější sírany alkalických kovů patří síran sodný  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , síran draselný  $\text{K}_2\text{SO}_4$  a jim odpovídající kyselé hydrogensírany.

**Kamence** alkalických kovů jsou podvojně soli kyseliny sírové  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Jejich obecný vzorec je  $\text{M}^I\text{M}^{III}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , kde  $\text{M}^I$  označuje alkalický kov a  $\text{M}^{III}$  trojmocný kovový kationt, kterým je nejčastěji hliník  $\text{Al}$  nebo železo  $\text{Fe}$ . Alkalické kovy se v těchto sloučeninách vyskytují v oxidačním čísle I.

V praxi se využívají nejčastěji v koželužství, barvířství a také jako dezinfekce na poraněnou pokožku.

Mezi další **významné sloučeniny** alkalických kovů patří např. tetraboritan sodný (borax)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , chlorečnan sodný  $\text{NaClO}_3$ , kyanid sodný  $\text{NaCN}$ , fosforečnan sodný  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , křemičitan sodný  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , siřičitan sodný  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , thiosíran sodný  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , chlorečnan draselný (travex)  $\text{KClO}_3$ , kyanid draselný (cyankáli)  $\text{KCN}$  a manganistan draselný (hypermangan)  $\text{KMnO}_4$ .

### 2.3 SYSTÉM KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ A JEJICH VLIV NA VÝUKU CHEMIE NA ŠŠ<sup>(3,4)</sup>

Rámcový vzdělávací program (RVP) je součástí nového systému kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Tento program byl zformulován na základě nových principů kurikulární politiky v Národním programu rozvoje vzdělávání (NVP) v České republice uvedených v zákoně č. 561/2004 Sb.

RVP spolu s NVP představují státní úroveň kurikulárních dokumentů. NVP formuluje celkové požadavky na vzdělávání, které jsou platné od počátečního vzdělávání. RVP vymezuje závazné rámce vzdělávání pro předškolní, základní a střední vzdělávání zvlášť.

Školní úroveň kurikulárních dokumentů představuje Školní vzdělávací program (ŠVP), který si každá škola vytváří sama podle zásad uvedených v příslušném RVP.

### **2.3.1 POSTAVENÍ UČIVA ALKALICKÝCH KOVŮ V RÁMCOVÉM VZDĚLÁVACÍM PROGRAMU PRO GYMNÁZIA**

Chemie patří mezi přírodní vědy. Zabývá se složením, strukturou, vlastnostmi látek a jejich vzájemnými interakcemi.

RVP pro gymnázia vymezuje vzdělávací oblasti Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Člověk a příroda, Člověk a společnost, Člověk a svět práce, Umění a kultura, Člověk a zdraví, Informatika a informační a komunikační technologie.

Vzdělávací obor Chemie je v RVP pro gymnázia řazen do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, přičemž zasahuje i do průřezových témat Multikulturní výchova a Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech. Dalšími průřezovými tématy jsou Osobnostní a sociální výchova, Multikulturní výchova a Mediální výchova.

Součástí učiva anorganické chemie jsou také alkalické kovy (s-prvky). RVP pro gymnázia vymezuje v anorganické chemii očekávané výstupy a učivo.

Očekávané výstupy:

- žák využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin
- charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí
- předvídá průběh typických reakcí anorganických sloučenin
- využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii



Učivo:

- vodík a jeho sloučeniny
- s-prvky a jejich sloučeniny
- p-prvky a jejich sloučeniny
- d- a f-prvky a jejich sloučeniny

## 2.4 FORMY VÝUKY CHEMIE <sup>(4,5)</sup>

Formy výuky chemie představují organizační podmínky, za nichž výuka probíhá. Jedná se o uspořádání všech složek výuky (činnost učitele, činnost žáka, učivo, prostředky výuky), které se odehrávají v určitých časových a prostorových podmínkách. Zároveň se jedná o vyjádření vnitřní struktury systému řízení výuky.

**Vnější formy výuky**, tj. závaznost (povinná, volitelná, nepovinná), místo konání (učebna, laboratoř, výuka mimo školu), délka výuky, počet žáků (celá třída nebo menší skupiny žáků), vymezují základní pedagogické dokumenty. Učitel zohledňuje charakter učiva a úroveň dané třídy a podle toho volí **vnitřní formy výuky**.

Mezi základní organizační formy výuky chemie patří hromadné vyučování, individuální vyučování, skupinové vyučování, dyadické vyučování a vyučování kooperativní.

### 2.4.1 POVINNÉ FORMY VÝUKY CHEMIE

Mezi základní formy povinné výuky chemie patří:

- vyučovací hodina
- laboratorní cvičení
- chemická exkurze

**Vyučovací hodina** je nejběžnější forma výuky na střední škole, která slouží jak pro osvojování nového učiva, tak i pro jeho upevňování. Do vyučovací hodiny bývají pro větší účinnost výuky zařazeny chemické experimenty. Podle způsobu organizace během jejich realizace lze vymezit několik forem:

## a) Demonstrační pokus učitele

V tomto případě provádí chemický pokus učitel a demonstruje ho tak před třídou. Demonstračního pokusu učitele se ve výuce chemie využívá, pokud je pokus technicky náročnější nebo nebezpečný.

## b) Demonstrační pokus žáka

Výjimečně může provádět demonstrační pokus i žák, který dodržuje všechna daná opatření. Demonstrace probíhá za asistence učitele a má výchovný charakter.

## c) Frontální pokus žáka

Jako frontální pokusy žáků jsou označovány všechny typy experimentálních činností, které jsou prováděné ve vyučovací hodině základního typu. Někdy jsou tyto experimenty označovány také jako faciační.

Při výuce s frontálními pokusy žáků pracují žáci ve skupinách, přičemž provádějí stejný pokus v jednotném tempu. Vše probíhá pod dohledem učitele, který organizuje jak teoretickou, tak praktickou činnost žáků.

## d) Simultánní pokus žáka

Simultánní pokusy žáků ve výuce chemie fungují na stejném principu jako frontální pokusy žáků. Jediným rozdílem je fakt, že každá skupina pracuje na daném experimentu samostatně svým vlastním tempem. Jedná se tedy o práci souběžnou neboli simultánní.

## e) Dílčí pokus žáka

Při této formě výuky chemie pracují žáci na dílčích souvisejících úkolech, které jsou součástí jednoho širšího úkolu. Vše probíhá pod dohledem učitele, který organizuje především přípravu a hodnocení společné práce.

**Laboratorní cvičení** se svojí organizací liší od běžné vyučovací hodiny. Učitel při laboratorních cvičeních pracuje většinou pouze s polovinou třídy a často ve dvouhodinových lekcích. Rozdíl od běžné vyučovací hodiny je také v tom, že jsou laboratorní cvičení celá věnována experimentální činnosti žáků. Tato činnost bývá

náročnější než při běžných vyučovacích hodinách a probíhá ve formě simultánních nebo dílčích pokusů žáků.

**Chemická exkurze** vyžaduje specifické organizační podmínky výuky. Jedná se o několikahodinovou výuku, která probíhá mimo školní budovu (chemické závody, pracoviště).

## 2.5 METODY VÝUKY CHEMIE <sup>(4,5)</sup>

Jako metoda výuky je označován způsob uspořádání činností učitele a žáků, které směřují ke splnění stanovených cílů.

Mezi základní metody ve výuce chemie patří:

- metody slovní
- metody názorně demonstrační
- metody dovednostně praktické

**Slovní metody ve výuce chemie** patří k nejběžněji používaným metodám. Využívá se při nich mluveného projevu (monologický, dialogický), psaného projevu (tištěný) a projevu grafického. V běžné praxi se jedná o výklad, vysvětlování, přednášku, práci s textem nebo rozhovor.

**Názorně demonstrační metody ve výuce chemie** mají velmi důležité postavení. Při jejich využití si žáci lépe propojí již nabyté teoretické znalosti s praktickými příklady, přičemž také přispějí k lepšímu vysvětlení dané problematiky. Jedná se především o předvádění a pozorování, práci s obrazem nebo instruktáž.

**Dovednostně praktické metody ve výuce chemie** jsou z hlediska výuky didakticky velmi efektivní, protože jsou pro žáky nejpřitažlivější. Tyto metody jsou však náročnější na přípravu učitele. Mezi základní dovednostně praktické metody ve výuce chemie patří experimentování a laborování, tedy chemický experiment.

2.6 CHEMICKÝ EXPERIMENT <sup>(5)</sup>

Chemický experiment je nedílnou součástí výuky chemie na všech stupních a typech škol. Třídít jej můžeme podle různých hledisek. Přehlednou klasifikaci chemických pokusů ve výuce chemie přináší tabulka 5. S ohledem na zaměření práce uvádím jen charakteristiky vybraných skupin experimentů.

Tabulka 5 Klasifikace pokusů ve výuce chemie <sup>(5)</sup>

<b>1 podle vnějších forem výuky</b>			
→ školní	→ v povinné výuce	→ ve vyučovací hodině	→ v laboratorním vičení
	→ ve volitelné výuce	→ např. v chemických praktikách	
	→ v nepovinné výuce	→ v zájmovém kroužku	→ na chemické besídce
		→ v chemické olympiádě	
→ domácí			
<b>2 podle vnitřních forem výuky</b>			
→ demonstrační	→ učitele		
	→ žáka (experimentální)		
→ faciální (žáků)	→ na stejných úkolech	→ frontální (kontenporální)	→ simultánní
	→ na různých úkolech	→ dílčí (korelační)	→ různý - samostatný (izolovaný)
<b>3 podle fází výuky</b>			
→ při motivaci (motivační)			
→ při osvojování (uváděcí)			
→ při upevňování a kontrole (např. shrnující, navazující, kombinovaný)			
<b>4 podle gnozeologických charakteristik</b>			
→ zjišťující	→ vysvětlující		
	→ ověřující	→ potvrzující	→ odporující
	→ problémový		
→ dokládající	→ ilustrující		
	→ aplikující		
	→ reprodukující		
<b>5 podle exaktnosti práce a hodnocení výsledků</b>			
→ kvalitativní (např. verifikující)			
→ kvantitativní (měrné)			
<b>6 podle dávek použitých látek</b>			
→ makrotechnikou			
→ semimikrotechnikou			
→ mikrotechnikou			

**Zjišťující experiment** je pro výuku velmi důležitý, protože obohacuje žáky novými poznatky. Pokus slouží k dovysvětlení již nabytých poznatků, popř. k vysvětlení dosud neprobrané látky, jedná se tedy o **zjišťující vysvětlující experiment**. Pokud žáci při provádění pokusu využívají svých znalostí a dovedností z předchozí výuky a ověřují si tedy správnost postupu a výsledku, jedná se o **experiment zjišťující ověřující**. Posledním typem zjišťujících experimentů jsou **experimenty problémové**, které kombinují vysvětlující a ověřující experimenty.

**Dokládající experiment** se výuce chemie využívá v případě, kdy je potřeba konkretizovat učivo, které bylo vyloženo dříve (např. výklad obtížnějšího učiva). V případě, že je třeba učivo pomocí experimentu upevnit využívají se tzv. **aplikující experimenty**. Upevnit učivo lze také formou **reprodukcí experimentů**, které se využívají při zkoušení a hodnocení žáků.

Mezi další typy experimentů, které lze využít ve výuce chemie patří **experimenty motivační**, které slouží k samotné motivaci výuky. Dále potom **experimenty uvádějící**, které žáky na základě konkrétního materiálu uvádějí do problematiky nového učiva. **Shrňující experimenty** se využívají ke shrnutí a zopakování již probraného učiva, **navazující experimenty** slouží k zopakování chemických vlastností většího množství příbuzných látek a nakonec **kombinované experimenty**, které jsou alternativou shrňujících experimentů a slouží pro zopakování větších tematických celků.

## 2.7 BEZPEČNOST PRÁCE V CHEMICKÉ LABORATOŘI <sup>(6)</sup>

Dodržování bezpečnostních zásad a ochrana zdraví při práci v laboratoři je povinností každého učitele. V procesu výchovy a vzdělávání vede studenty k disciplíně, vytváření správných pracovních návyků, kázni a respektu. Proto je pro každého, kdo pracuje v chemické laboratoři, nezbytná znalost základních zákonů, vládních nařízení, předpisů a norem.

Pokyny pro bezpečnost práce v laboratoři vyplývají především z rizika práce s chemikáliemi, z možnosti zranění, výbuchu, požáru apod.

Při práci s chemickými látkami a přípravky je třeba se řídit pravidly stanovenými danou institucí (např. laboratorní řád), která vycházejí ze zákona. První zákon o manipulaci s chemickými látkami a přípravky byl vydán v roce 1998 (zákon č. 157/1998

Sb.) a jsou v něm zformulovány základní předpisy pro práci s chemickými látkami a přípravky v souladu s normami EU. V roce 2003 byl vydán nový zákon o chemických látkách a chemických přípravcích (zákon č. 356/2003 Sb.), který nahradil zákon z roku 1998. Tento zákon označuje prvky a sloučeniny jako chemické látky, dále klasifikuje nebezpečné chemické látky a přípravky (stanovením 15 nebezpečných vlastností) a ukládá základní práva a povinnosti osob při manipulaci, uskladňování a používání těchto látek.

### 2.7.1 KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ <sup>(7)</sup>

**Výbušné látky (A).** Látky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu. Nebo látky, u nichž dochází při definovaných zkušebních podmínkách k detonaci a prudkému shoření. Dále mohou při zahřátí vybuchovat, pokud jsou umístěny v uzavřené nádobě.

**Oxidující látky (B).** Látky, které vyvolávají při styku s jinými (zejména hořlavými) látkami vysoce exotermní reakci.

**Extrémně hořlavé látky (C).** Látky, které mají v kapalném stavu teplotu vzplanutí extrémně nízkou nebo jsou v plynném stavu vznětlivé při styku se vzduchem za laboratorní teploty, atmosférického tlaku a bez přívodu energie.

**Vysoce hořlavé látky (D).** Látky, které se mohou samovolně zahřívat a poté vznítit při styku se vzduchem za laboratorní teploty, atmosférického tlaku a bez přívodu energie. Dále se mohou v pevném stavu snadno vznítit po krátkém styku se zápalným zdrojem a po odstranění zápalného zdroje stále hoří nebo doutnají. V kapalném stavu mají velmi nízkou teplotu vzplanutí a nejsou extrémně hořlavé. Při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v množství nejméně  $1\text{dm}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hod}^{-1}$ .

**Hořlavé látky (E).** Látky, které mají nízkou teplotu vzplanutí.

**Vysoce toxické látky (F).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.

**Toxické látky (G).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.

**Zdraví škodlivé látky (H).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.

**Žíravé látky (I).** Látky, které při styku se živou tkání mohou způsobit její zničení.

**Dráždivé látky (J).** Látky, které nemají vlastnosti žiravin, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět.

**Senzibilující látky (K).** Látky, které po vdechnutí nebo proniknutí kůží mohou vyvolat přecitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky.

**Karcinogenní látky (L).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.

**Mutagenní látky (M).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetických poškození.

**Toxické látky pro reprodukci (N).** Látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků, poškození reprodukčních funkcí nebo schopnosti reprodukce muže či ženy.

**Látky nebezpečné pro životní prostředí (O).** Látky, které po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí.

### 2.7.2 DĚLENÍ NEBEZPEČNÝCH VLASTNOSTÍ CHEMICKÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ <sup>(7)</sup>

- Fyzikálně-chemické vlastnosti, zahrnují vlastnosti (A – E)
- Toxikologické vlastnosti, zahrnují vlastnosti (F – N)
- Ekotoxikologické vlastnosti, zahrnují vlastnost (O)


Popis nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků doplňují tzv. rizikové věty, neboli **R-věty** (viz Příloha 1). Tyto věty se využívají pro vyjádření různého způsobu projevu nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků a platí mezinárodně.

Dalším doplňkem pro popis nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků jsou tzv. bezpečnostní věty, neboli **S-věty** (viz Příloha 2). Tyto věty vyjadřují pokyny pro bezpečnostní zacházení s chemickými látkami a přípravky a platí mezinárodně.

V současné době se začíná celosvětově uplatňovat Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií, ve kterém jsou R-věty označeny jako **H-věty** a S-věty jako **P-věty**.

Jako další doplněk pro popis nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků se využívají **výstražné symboly grafické a písemné**, které slouží pro zvýšení názornosti upozornění a přiřazují se nebezpečné látky nebo přípravky na základě jejich klasifikace (viz Příloha 3).

Tabulka 6 **Příklad možnosti označení chemické látky** <sup>(7)</sup>

Sodík Na		
R-věty	S-věty	Výstražné symboly grafické a písemné
R14/15, R34	S1/2, S5, S8, S43, S45	

### 2.7.3 HLAVNÍ RIZIKA PRÁCE S NEBEZPEČNÝMI CHEMICKÝMI LÁTKAMI A CHEMICKÝMI PŘÍPRAVKY <sup>(7)</sup>

**Nebezpečí výbuchu** nastává při manipulaci s výbušnými látkami, které jsou označeny symbolem „E“. V laboratoři je nutné s těmito látkami zacházet opatrně a pracovat se suchým a čistým nádobím za použití ochranných pomůcek. K explozi těchto látek může dojít na vzduchu při úderu, nárazu, třením, působením tepla apod. Při práci ve školní laboratoři se s těmito látkami setkáme výjimečně.

Mezi výbušné látky patří např.: azid olovnatý, dichroman amonný, dinitroglykol, nitrocelulosa, trinitroglycerin, trinitrobenzen, trinitrofenol, trinitrotoluen nebo trinitroxlylen.

**Nebezpečí exotermní oxidace** nastává při manipulaci s látkami, které mají silné oxidační účinky. Tyto látky jsou označeny symbolem „O“. V laboratoři je nutné s těmito látkami zacházet opatrně a pracovat se suchým a čistým nádobím za použití ochranných pomůcek. Exotermní reakce těchto látek může nastat na vzduchu při styku s jinými



látkami, kdy bývá celý děj doprovázen hořením či explozí. Při práci ve školní laboratoři se s těmito látkami setkáme velmi často.

Mezi oxidující látky patří např.: kyslík, peroxid vodíku, peroxidy kovů, kyselina dusičná, bromičnan draselný, chlorečnan draselný, chlorečnan sodný, chloristan draselný, chlornan vápenatý nebo manganistan draselný.

**Nebezpečí požáru** nastává při manipulaci s otevřeným ohněm nebo s hořlavinami. Jako hořlaviny označujeme extrémně hořlavé látky, které jsou označeny symbolem „F+“, vysoce hořlavé látky, které jsou označeny symbolem „F“ a hořlavé látky, které jsou označeny symbolem „R 10“.

Hořlaviny musí být v laboratoři uskladněny v laboratorních skříních o objemu 1 – 2 litry. Při větším objemu musí být uskladněny v kovových skříních.

V laboratoři je nutné s hořlavinami manipulovat za dodržování zvláštních bezpečnostních opatření, přičemž v blízkosti manipulace nesmí být otevřený oheň. Pro hašení požárů musí být v laboratoři k dispozici hasicí přístroje a azbestové deky. Při práci ve školní laboratoři se s hořlavinami setkáme velmi často.

Mezi hořlaviny patří např. vodík, methan, oxid uhelnatý, ethan, sulfan, propan, butan, benzen, methanol, ethanol nebo aceton.

**Nebezpečí otravy** nastává při manipulaci s vysoce toxickými látkami, které jsou označeny symbolem „T+“ a s toxickými látkami, které jsou označeny symbolem „T“.

V laboratoři je nutné s těmito látkami zacházet opatrně za použití ochranných pomůcek a dodržovat všechny bezpečnostní a hygienické zásady. Při manipulaci s vysoce toxickými nebo toxickými látkami je nutné dbát na to, aby nedošlo k požití látky, ke styku s pokožkou nebo k nadýchání. V laboratoři tyto látky uchováváme v uzamčených skříních.

Při práci ve školní laboratoři se s vysoce toxickými látkami setkáme pouze výjimečně, s toxickými látkami velmi často.

Mezi vysoce toxické látky patří např.: brom, fluor, bílý fosfor, chlorid boritý, kyanovodík, oxid dusičitý, rtuť a jeho sloučeniny nebo sulfan. Mezi toxické látky patří např.: dusitany, fluoridy, chlor, chromany, methanol, olovo a jeho sloučeniny, oxid siřičitý nebo oxid uhelnatý.

**Nebezpečí poleptání** nastává při manipulaci s žíravinami, které jsou označeny symbolem „C“.

V laboratoři je nutné s těmito látkami zacházet opatrně za použití ochranných pomůcek, především rukavic, a dodržovat všechny bezpečnostní zásady.

Při práci ve školní laboratoři se jak se zředěnými, tak i s koncentrovanými roztoky žíravin setkáme poměrně často.

Mezi žíraviny patří např.: kyselina chlorovodíková, kyselina sírová, kyselina dusičná, kyselina fosforečná, kyselina mravenčí, kyselina octová, amoniak nebo peroxid vodíku.

**Nebezpečí poranění sklem.** K poranění může dojít při neopatrné manipulaci se sklem, při výbuchu nebo popálení. V laboratoři je nutné pracovat se sklem velmi opatrně za použití ochranných pomůcek, především ochranného štítu, rukavic či tkaniny.

**Nebezpečí poranění při používání ostatních pomůcek a přístrojů.** Nebezpečí poranění hrozí při neopatrné manipulaci např. s kahanem, kovovými částmi aparatur nebo s různými elektrickými přístroji. Při práci v laboratoři je proto nutné dbát zvýšené opatrnosti a dodržovat základní bezpečnostní zásady.

#### 2.7.4 PRVNÍ POMOC V CHEMICKÉ LABORATOŘI <sup>(7)</sup>

Při manipulaci s chemickými látkami a přípravky může dojít i přes dodržování bezpečnostních podmínek k úrazu. V tomto případě je nutné zraněnému poskytnout první pomoc a zajistit lékařské ošetření.

**Poleptání oka.** K poleptání může dojít při vniknutí kyselého nebo alkalického roztoku do oka. Abychom zabránili trvalému poškození, oko dlouhodobě vyplachujeme nesterilní vodou a zraněnému zajistíme lékařskou pomoc. Pro výplach zásadně nepoužíváme neutralizační roztok.

**Poleptání těla.** K poleptání těla dochází při styku pokožky s kyselým nebo alkalickým roztokem. Pro zabránění trvalého poškození kůže je nutné odstranit žíravinu. Proto nejdříve odstraníme potřísněný oděv a poté poraněnou kůži dlouze oplachujeme proudem vody. Po omytí vodou můžeme použít neutralizační roztok. Poraněné místo poté obvážeme sterilním obvazem a zraněnému zajistíme lékařskou pomoc.

**Popálení.** Při popálení je nutné postižené místo okamžitě ponořit do vody, aby došlo k úplnému ochlazení. Poté postižené místo překryjeme sterilním obvazem a postiženému zajistíme lékařskou pomoc.

V žádném případě popálené místo ničím nepotíráme a ani na něj nic nesypeme. Z popáleného místa také nestrháváme oděv. V případě popálených očí je opakovaně vyplachujeme vodou.

**Otevřené poranění.** Při otevřeném poranění je nejdůležitější zastavit krvácení a zabránit infekci. Drobná poranění oplachujeme vodou a zakryjeme sterilním obvazem. Rány většího rozsahu ošetřujeme tlakovým obvazem nebo škrtidlem. Zajistíme odborné ošetření.

**Nadýchání škodlivých látek.** Při nadýchání škodlivými látkami vyvedeme postiženého na čerstvý vzduch a uvolníme mu oděv. V případě absence dýchání zahájíme umělé dýchání a okamžitě zajistíme lékařské ošetření.

### 3 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část zahrnuje 22 experimentů, které mohou sloužit jako návrhy pro učitele chemie. Každý experiment je uspořádán do tabulky, jejíž jedna strana je tvořena popisem samotného experimentu a na druhé straně je obrazová dokumentace.




Každá tabulka obsahuje 7 vzájemně oddělených oddílů, které usnadňují orientaci při provádění experimentu. První oddíl tvoří název experimentu, druhý oddíl popisuje pomůcky a chemikálie, které jsou k danému experimentu potřeba. Třetím oddílem je postup práce, ve kterém je krok za krokem vysvětleno, jak při provádění pokusu postupovat. Následuje čtvrtý oddíl bezpečnost práce, který pomocí grafických symbolů upozorňuje na nebezpečí při provádění pokusů a dále doporučuje bezpečnostní opatření při experimentování. V pátém oddílu pozorování je popsán průběh experimentu a vlastní pozorování. Šestý oddíl princip pokusu vysvětluje každý experiment z chemického hlediska a doplňuje ho o rovnice nebo reakční schéma. Sedmým oddílem jsou didaktické poznámky. V tomto oddíle jsou shrnuty možnosti a doporučení týkající se provedení experimentu a také jeho využití ve výuce chemie.

#### **Seznam pokusů:**

- 3.1 Rozklad vody sodíkem
- 3.2 Rozklad vody draslíkem
- 3.3 Zkáza Titaniku
- 3.4 Chemické jo-jo
- 3.5 Plamenové zkoušky alkalických kovů
- 3.6 Barvení plamene kationty alkalických kovů
- 3.7 Spalování sodíku v kyslíku
- 3.8 Spalování sodíku v chloru
- 3.9 Reakce draslíku s bromem
- 3.10 Reakce sodíku s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou
- 3.11 Reakce sodíku s oxidem uhličitým

- 3.12 Reakce hydroxidu sodného s oxidem uhličitým
- 3.13 Rozpouštění hydroxidu sodného
- 3.14 Reakce peroxidu sodného s octanem olovnatým
- 3.15 Samovznícení dřevěných pilin
- 3.16 Reakce peroxidu vodíku s jodidem draselným
- 3.17 Blesky pod vodou
- 3.18 Důkaz amoniaku Nesslerovým činidlem
- 3.19 Reakce hydroxidu sodného s hliníkem
- 3.20 Peklo ve zkumavce
- 3.21 Elektrolýza roztoku chloridu sodného
- 3.22 Dialýza roztoku chloridu sodného a škrobu

3.1 ROZKLAD VODY SODÍKEM <sup>(8)</sup>

<b>Rozklad vody sodíkem</b>	
<b>Pomůcky:</b>	Skleněná vana (široká kádinka), chemické kleště, filtrační papír, nůž
<b>Chemikálie:</b>	sodík Na, fenolftalein C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> 1 %
<b>Postup práce:</b>	Skleněnou vanu nebo širokou kádinku naplníme do ½ vodou a přidáme několik kapek fenolftaleinu. Poté do vany vhodíme kousek osušeného a okrájeného sodíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky, bezpečná vzdálenost od žáků.
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>F</b> VYSOCE HOŘLAVÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>C</b> ŽÍRAVÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>F+</b> EXTRÉMNĚ HOŘLAVÝ</p> </div> </div>
<b>Pozorování:</b>	Sodík s vodou reaguje velmi bouřlivě. Vlivem uvolněného tepla se kov postupně roztaví a vytvoří kuličku kroužící po hladině. Reakci je doprovázena syčením. Voda ve vaně se postupně zbarví růžovofialově. Toto zbarvení poskytuje fenolftalein v alkalickém prostředí.
<b>Princip pokusu:</b>	Sodík reaguje s vodou za vzniku hydroxidu sodného a vodíku: $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{ H}_2$ Reakce sodíku s vodou je silně exotermní.

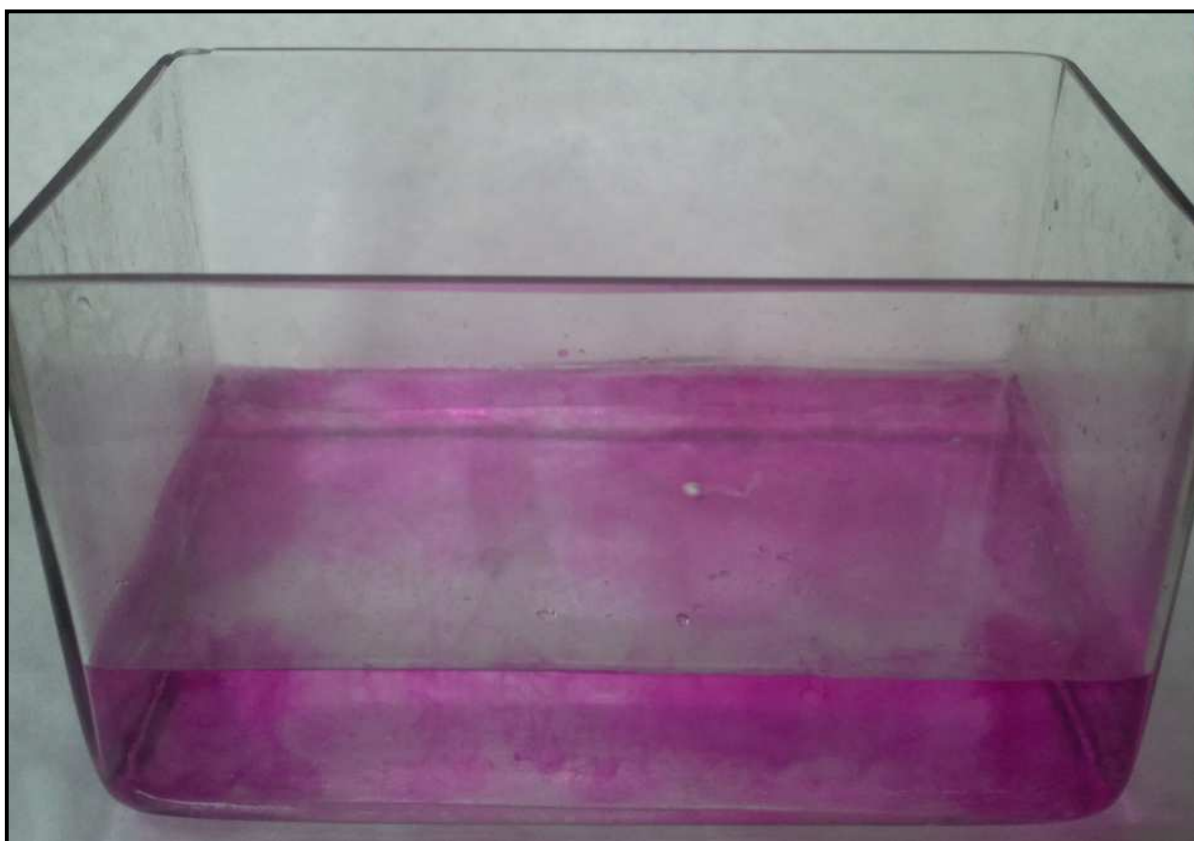
**Didaktické poznámky:**

Reakce sodíku s vodou je silně exotermní a může se stát, že unikající vodík samovolně vzplane.

Po skončení pokusu je nutné správným způsobem zlikvidovat zbytky sodíku. Větší kousky sodíku vrátíme zpět do zásobní lahve a ostatní zbytky zabalíme do filtračního papíru a smočíme proudem studené vody.




Využitím reakce sodíku s vodou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat vysokou reaktivnost sodíku. Pokus lze využít ve výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík nebo  $s^1$ -prvky. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie nebo Chemická kinetika.

Jako alternativu tohoto pokusu lze využít experimenty 3.2 a 3.3.



Obrázek 1 Reakce sodíku s vodou

3.2 ROZKLAD VODY DRASLÍKEM <sup>(8)</sup>

<b>Rozklad vody draslíkem</b>		
<b>Pomůcky:</b> Skleněná vana (široká kádinka), chemické kleště, filtrační papír, nůž		
<b>Chemikálie:</b> draslík K		
<b>Postup práce:</b> Skleněnou vanu nebo širokou kádinku naplníme do ½ vodou. Poté do vany vhodíme kousek osušeného a okrájeného draslíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.		
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky, bezpečná vzdálenost od žáků.	
 VYSOCE HOŘLAVÝ	 ŽÍRAVÝ	 EXTRÉMNE HOŘLAVÝ
<b>Pozorování:</b> Draslík reaguje s vodou velmi bouřlivě. Po vhození na vodní hladinu se vodík samovznítí a dochází k úplnému rozprsknutí draslíku.		
<b>Princip pokusu:</b> Draslík reaguje s vodou za vzniku hydroxidu draselného a vodíku: $2 \text{ K} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ KOH} + \text{ H}_2$ Reakce draslíku s vodou je silně exotermní.		



**Didaktické poznámky:**

Reakce draslíku s vodou je natolik prudká, že se vodík vlivem reakčního tepla explozivně samovznítí.

Po skončení pokusu je nutné správným způsobem zlikvidovat zbytky draslíku. Větší kousky draslíku vrátíme zpět do zásobní lahve a ostatní zbytky zabalíme do filtračního papíru a smočíme proudem studené vody.





Využitím reakce draslíku s vodou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat vysokou reaktivnost draslíku. Pokus lze využít ve výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík nebo s<sup>1</sup>-prvky. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie nebo Chemická kinetika.

Jako alternativu tohoto pokusu lze využít experimenty 3.1 a 3.3.



Obrázek 2 **Reakce draslíku s vodou**

3.3 ZKÁZA TITANIKU <sup>(8)</sup>

<b>Zkáza Titaniku</b>	
<b>Pomůcky:</b>	Skleněná vana (široká kádinka), chemické kleště, nůž, filtrační papír
<b>Chemikálie:</b>	sodík Na, fenolftalein C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> 1 %
<b>Postup práce:</b>	Skleněnou vanu nebo širokou kádinku naplníme do ½ vodou a přidáme několik kapek fenolftaleinu. Poté připravíme lodičku z filtračního papíru a položíme ji na hladinu vody. Do lodičky vložíme kousek osušeného a okrájeného sodíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky, bezpečná vzdálenost od žáků.
 <p style="text-align: center;"> <span style="display: inline-block; text-align: center; margin-right: 20px;"> <b>F</b>              VYSOCE HORLAVÝ         </span> <span style="display: inline-block; text-align: center; margin-right: 20px;"> <b>F+</b>              EXTRÉMNĚ HORLAVÝ         </span> <span style="display: inline-block; text-align: center;"> <b>C</b>              ŽÍRAVÝ         </span> </p>	
<b>Pozorování:</b>	Sodík začne na filtračním papíře po chvíli reagovat s vodou a uvolní se vodík. Vlivem uvolněného tepla se vodík vznítí a lodička z filtračního papíru shoří. Voda ve vaně se zbarví růžovofialově. Toto zbarvení poskytuje fenolftalein v alkalickém prostředí.
<b>Princip pokusu:</b>	Sodík reaguje s vodou za vzniku hydroxidu sodného a vodíku: $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{ H}_2$ Reakce sodíku s vodou je silně exotermní.

**Didaktické poznámky:**

Využitím reakce sodíku s vodou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat vysokou reaktivnost sodíku. Pokus lze využít ve výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík nebo  $s^1$ -prvky. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie nebo Chemická kinetika.


Jako alternativu tohoto pokusu lze využít experimenty 3.1 a 3.2.

Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).



Obrázek 3 Sodík na lodičce z filtračního papíru

3.4 CHEMICKÉ JO-JO <sup>(9)</sup>

<b>Chemické jo-jo</b>	
<b>Pomůcky:</b>	odměrný válec 100 cm <sup>3</sup> , pipeta 25 cm <sup>3</sup> , laboratorní kleště, filtrační papír, nůž
<b>Chemikálie:</b>	fenolftalein C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> 1 %, toluen C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> , sodík Na
<b>Postup práce:</b>	Odměrný válec naplníme přibližně do ½ destilovanou vodou a přidáme několik kapek fenolftaleinu. Poté sloupec vody ve válci pomocí pipety převrstvíme asi 20 ml toluenu tak, aby bylo dobře viditelné fázové rozhraní voda – toluen. Nakonec vhodíme do válce kousek okrájeného a osušeného sodíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky, Petriho miska na přikrytí válce.
	
<b>Pozorování:</b>	Sodík klesá vrstvou toluenu, se kterým nereaguje. Jakmile dosáhne fázového rozhraní, začne s vodou prudce reagovat. Vznikající vodík obalí kousek sodíku a vynese jej vzhůru na hladinu toluenu. Během reakce v toluenové fázi se bublinky postupně odtrhávají, sodík klesá k vodné fázi a děj se znovu opakuje. Vodná fáze se postupně zbarví růžovofialově. Toto zbarvení poskytuje fenolftalein v alkalickém prostředí.
<b>Princip pokusu:</b>	Sodík reaguje s vodou za vzniku hydroxidu sodného a vodíku: $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{ H}_2$

**Didaktické poznámky:**

Reakce sodíku s vodou je silně exotermní a může se stát, že unikající vodík samovolně vzplane.



Využitím reakce sodíku s vodou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat jak průběh reakcí sodíku, tak i sledování vlastností reakčních produktů. Nejedná se ale o přípravu hydroxidu sodného. Pokus lze využít ve výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík nebo s<sup>1</sup>-prvky. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie nebo Chemická kinetika.

Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).



Obrázek 4 **Sodík ve fázovém rozhraní voda - toluen**

3.5 PLAMENOVÉ ZKOUŠKY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(10)</sup>

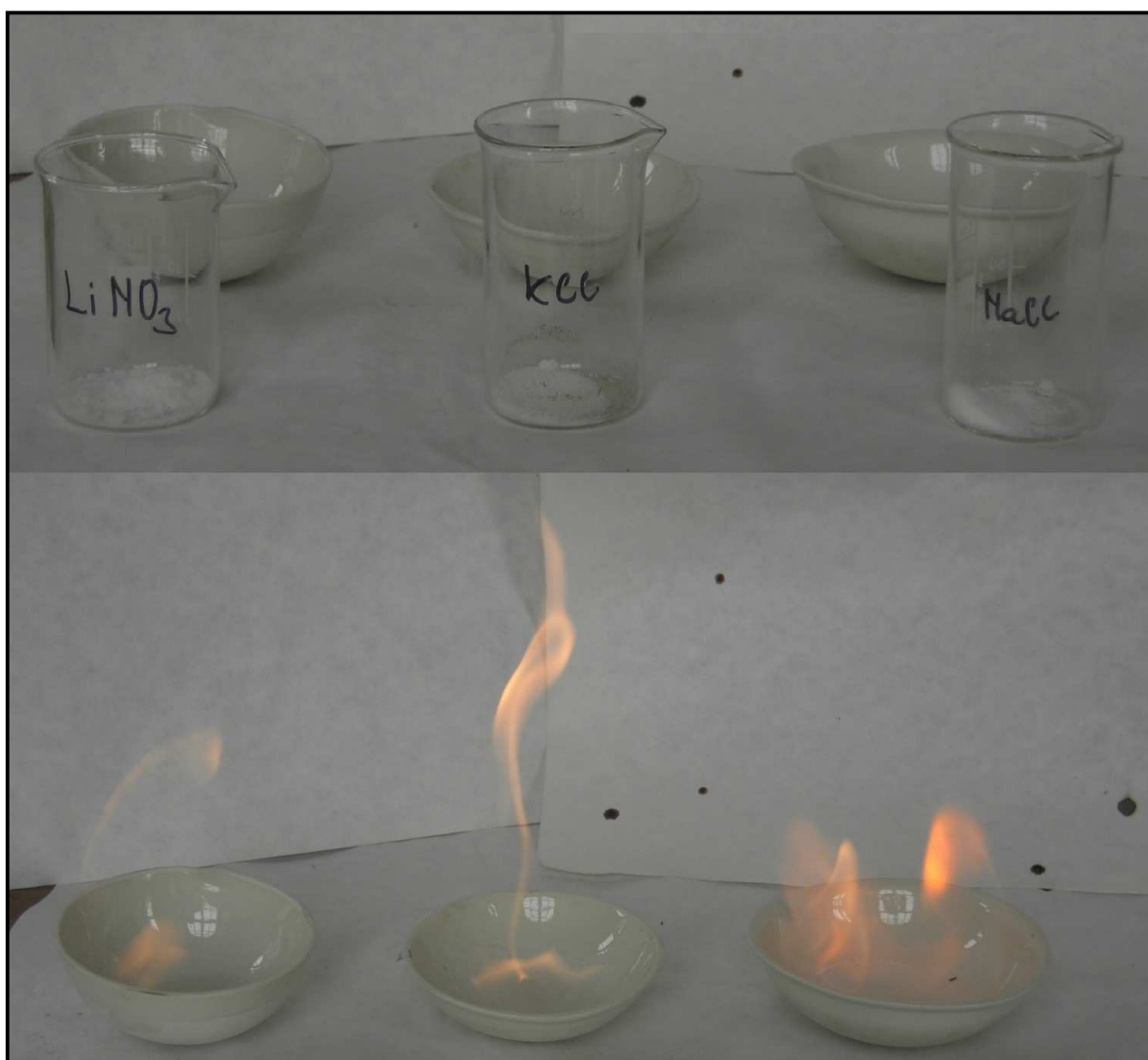
<b>Plamenové zkoušky alkalických kovů</b>	
<b>Pomůcky:</b> kahan, platinový drátek, zkumavka	
<b>Chemikálie:</b> chlorid lithný LiCl, chlorid sodný NaCl, chlorid draselný KCl, chlorid cesný CsCl, kyselina chlorovodíková HCl	
<b>Postup práce:</b> Soli jednotlivých kovů rozpustíme v malém množství destilované vody. Poté postupně vnášíme pomocí platinového drátku jednotlivé kationty kovů do nesvítivé části plamene. Pozorujeme barvu plamene.	
<b>Bezpečnost práce:</b>  	
<b>Pozorování:</b> Lithium barví plamen rubínově, draslík a cesium fialově a sodík barví plamen žlutooranžově.	
<b>Princip pokusu:</b> Plamenové zkoušky dokazují podle barvy plamene přítomnost daného kationtu.	

**Didaktické poznámky:**

Platinový drátek je nutné při každé změně vzorku opláchnout ve zředěné kyselině chlorovodíkové a přežít tak, aby bez vzorku nebarvil plamen. Jako poslední vzorek vnášíme sodnou sůl, protože může i v malých koncentracích rušit charakteristické zbarvení ostatních iontů. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky. Dále také v analytické chemii.


Jako alternativu tohoto pokusu lze využít experiment 3.6.

Tento experiment je vhodný pro laboratorní cvičení.



Obrázek 5 Barvení plamene kationty alkalických kovů

3.6 BARVENÍ PLAMENE KATIONTY ALKALICKÝCH KOVŮ <sup>(8)</sup>

<b>Barvení plamene kationty alkalických kovů</b>
<p><b>Pomůcky:</b></p> <p>kádinka 50 cm<sup>3</sup>, pipeta dělená 25 cm<sup>3</sup>, porcelánová miska, špejle</p> <p><b>Chemikálie:</b></p> <p>chlorid sodný NaCl, chlorid draselný KCl, dusičnan lithný LiNO<sub>3</sub>, etanol CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH</p>
<p><b>Postup práce:</b></p> <p>Tři porcelánové misky naplníme 10 ml etanolu. Do tří kádinek navážíme po 3 g chloridu sodného, chloridu draselného a dusičnanu lithného. Poté etanol v porcelánových miskách zapálíme a postupně do nich sypeme připravené soli. Pozorujeme barvy plamene.</p>
<p><b>Bezpečnost práce:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p><b>Pozorování:</b></p> <p>Dusičnan lithný barví plamen růžově, chlorid draselný světle fialově a chlorid sodný výrazně oranžově. Nejvýrazněji barví plamen dusičnan lithný.</p>
<p><b>Princip pokusu:</b></p> <p>Plamenové zkoušky ukazují, zdali zkoumaná látka obsahuje kation barvicí plamen.</p>
<p><b>Didaktické poznámky:</b></p> <p>Do předem zapáleného lihu je vhodné sypat soli za sebou v co nejkratším intervalu, aby byly vidět rozdíly ve zbarvení. Reakce netrvaly příliš dlouho. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu s<sup>1</sup>-prvky. Dále také v analytické chemii. Jako alternativu tohoto pokusu lze využít experiment 3.5. Tento experiment je vhodný pro laboratorní cvičení.</p>



3.7 SPALOVÁNÍ SODÍKU V KYSLÍKU <sup>(11)</sup>

## Spalování sodíku v kyslíku

**Pomůcky:**

aparatura na vývoj plynu (stojan, držáky, frakční baňka, dělicí nálevka, trubice), odměrný válec, spalovací lžička

**Chemikálie:**

křída, sodík Na, peroxid vodíku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5 %, manganistan draselný KMnO<sub>4</sub>, koncentrovaná kyselina sírová H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Postup práce:**

Frakční baňku naplníme koncentrovaným roztokem manganistanu draselného (2,8 g ve 20 ml vody). Poté z dělicí nálevky postupně přikapáváme roztok peroxidu vodíku (max. 30 ml) okyselený 1 ml koncentrované kyseliny sírové. Vzniklý kyslík jímáme do odměrného válce. Poté zahřejeme kousek okrájeného sodíku na spalovací lžičce vytřený křídou. Až se sodík roztaví a vytvoří se žhavá kulička, ponoříme jej do válce s kyslíkem. Pozorujeme reakci.

Kyslík lze jímat i do baňky, do které po spálení sodíku přilijeme vodu. Poté baňku uzavřeme a protřepeme, přičemž vznikne alkalický roztok.

**Bezpečnost práce:**

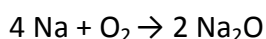
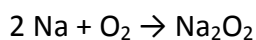
Digestoř, ochranné pomůcky.

**Pozorování:**

Sodík při reakci s kyslíkem hoří výrazným žlutobílým plamenem. Reakce je velmi výrazná, doprovázena světelnými efekty a dýmem.

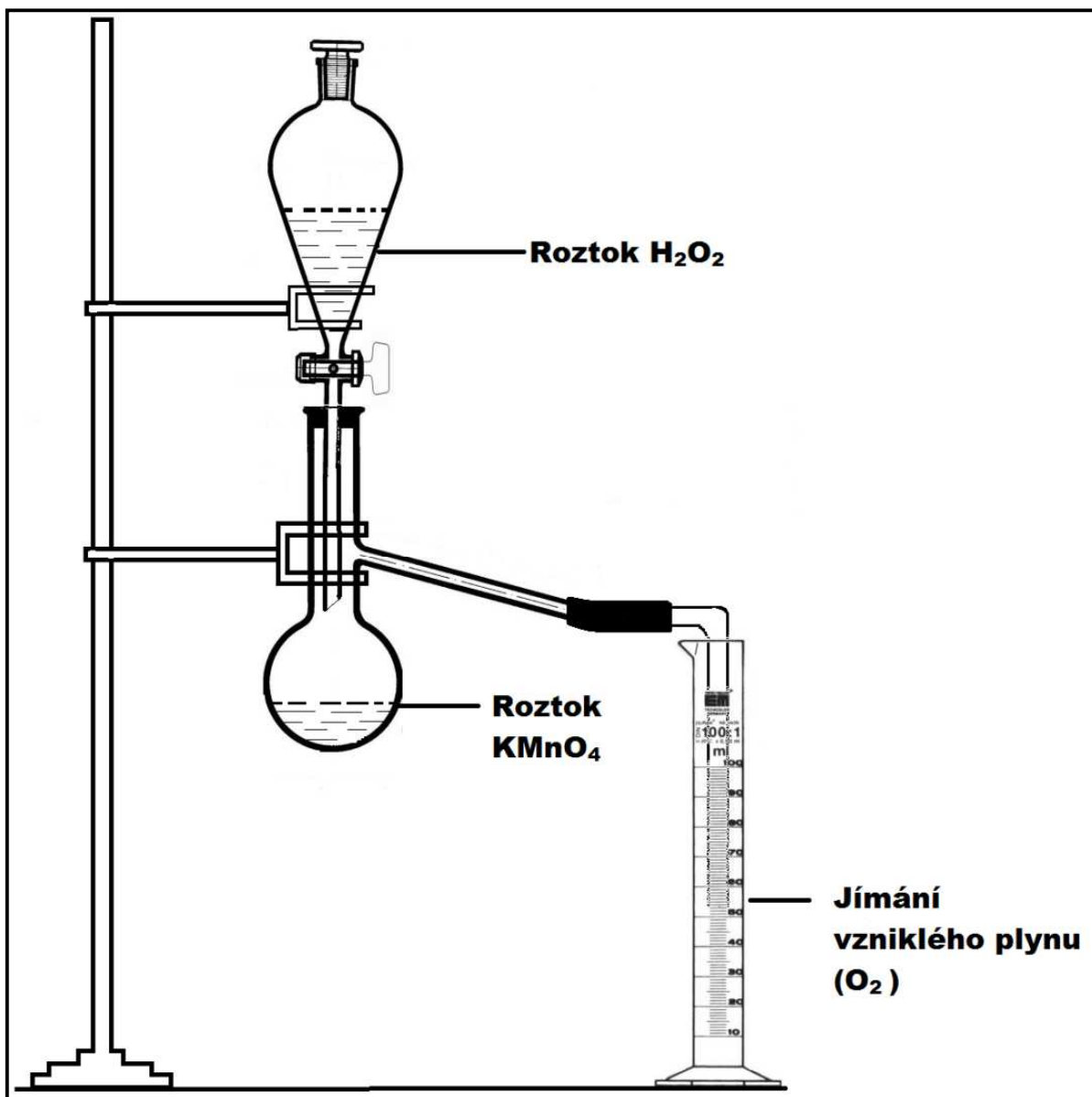
**Princip pokusu:**

Při reakci sodíku s kyslíkem vzniká peroxid sodný a oxid sodný. Peroxid sodný hoří žlutým plamenem, oxid sodný bílým plamenem.




**Didaktické poznámky:**

Využitím reakce spalování sodíku v kyslíku ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat výraznou reaktivnost sodíku. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík, Kyslík nebo s<sup>1</sup>-prvky. Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).



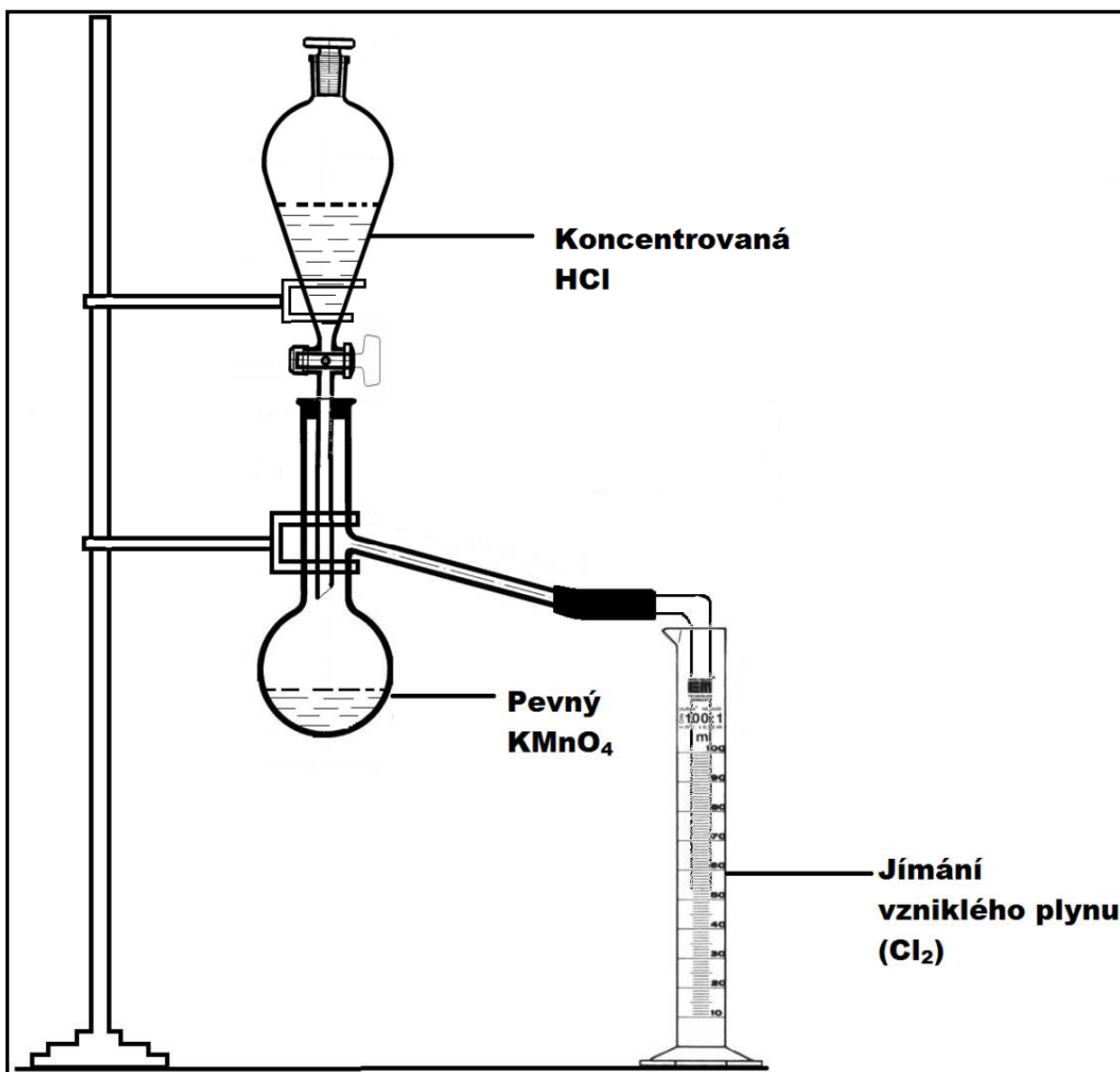
Obrázek 6 Aparatura na jímání chloru

3.8 SPALOVÁNÍ SODÍKU V CHLORU <sup>(11)</sup>

<b>Spalování sodíku v chloru</b>	
<b>Pomůcky:</b>	aparatura na vývoj plynu (stojan, držáky, frakční baňka, dělicí nálevka, trubice), odměrný válec, spalovací lžička
<b>Chemikálie:</b>	křída, manganistan draselný $\text{KMnO}_4$ , koncentrovaná kyselina chlorovodíková $\text{HCl}$
<b>Postup práce:</b>	Do frakční baňky nasypeme pevný manganistan draselný. Z dělicí nálevky postupně přikapáváme koncentrovanou kyselinu chlorovodíkovou. Vzniklý chlor jímáme do odměrného válce. Poté zahřejeme kousek okrájeného sodíku na spalovací lžičce vytřené křídou. Až se sodík roztaví a vytvoří se žhavá kulička, ponoříme jej do válce s chlorem. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Digestoř, ochranné pomůcky. 
<b>Pozorování:</b>	Sodík se při reakci s chlorem vznítí a shoří výrazným žlutým plamenem za vzniku bílého dýmu. Reakce je velmi bouřlivá.
<b>Princip pokusu:</b>	Kyselina chlorovodíková se oxiduje kyslíkem manganistanu draselného na vodu a uvolňuje se elementární chlor. $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2$ Reakcí sodíku s chlorem vzniká chlorid sodný, který se na stěnách válce usazuje jako jemný prášek. $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$




**Didaktické poznámky:**

Využitím reakce spalování sodíku v chloru ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat jak průběh reakce sodíku, tak i sledování vlastností reakčních produktů. Pokus lze využít při výuce obecné chemie, konkrétně při výuce tématu Kyseliny a Soli. Dále v anorganické chemii, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky nebo  $p$ -prvky. Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).



Obrázek 7 Aparatura na jímání chloru





3.9 REAKCE DRASLÍKU S BROMEM <sup>(10)</sup>

<b>Reakce draslíku s bromem</b>	
<b>Pomůcky:</b>	odměrný válec 50 cm <sup>3</sup> , chemické kleště, nůž, filtrační papír
<b>Chemikálie:</b>	draslík K, brom Br
<b>Postup práce:</b>	Do odměrného válce nalijeme malé množství bromu (pouze tak, aby množství pokrylo dno válce) a vhodíme malý kousek osušeného a okrájeného draslíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Digestoř, ochranné pomůcky. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
<b>Pozorování:</b>	Draslík reaguje s bromem velmi rychle a explozivně. Slabý výbuch je doprovázen syčením a ve válci se hromadí žlutohnědé dýmy.
<b>Princip pokusu:</b>	Přímým sloučením draslíku s bromem vzniká bromid draselný. Žlutohnědé dýmy jsou páry bromu. $2 \text{ K} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{ KBr}$
<b>Didaktické poznámky:</b>	Využitím reakce bromu s draslíkem ve výuce chemie lze demonstrovat výraznou reaktivnost sodíku. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu s <sup>1</sup> -prvky nebo p-prvky. Důležitá je likvidace draslíku (viz 3.2).



Obrázek 8 **Reakce draslíku s bromem**

3.10 REAKCE SODÍKU S KONCENTROVANOU KYSELINOU CHLOROVODÍKOVOU <sup>(9)</sup>

<b>Reakce sodíku s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou</b>			
<b>Pomůcky:</b> odměrný válec 100 cm <sup>3</sup> , laboratorní kleště, filtrační papír, nůž			
<b>Chemikálie:</b> koncentrovaná kyselina chlorovodíková HCl, sodík Na			
<b>Postup práce:</b> Odměrný válec naplníme přibližně do 1/3 koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou. Poté do válce vhodíme kousek okrájeného a osušeného sodíku (krychlička o hraně 3 – 5 mm). Pozorujeme reakci.			
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky.		
 EXTRÉMNĚ HORLAVÝ	 ŽÍRAVÝ	 VYSOCE HORLAVÝ	 TOXICKÝ
<b>Pozorování:</b> Sodík reaguje velmi bouřlivě s kyselinou chlorovodíkovou, rychle se pohybuje po hladině. Reakce je doprovázena syčením a bubláním. Vylučuje se chlorid sodný, jehož krystalky jsou patrné na dně odměrného válce.			
<b>Princip pokusu:</b> Sodík reaguje s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku chloridu sodného a vodíku: $2 \text{ Na} + 2 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ NaCl} + \text{ H}_2$			

**Didaktické poznámky:**

Využitím reakce sodíku s kyselinou chlorovodíkovou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat jak průběh reakcí sodíku, tak i sledování vlastností reakčních produktů. Nejedná se ale o přípravu chloridu sodného.

Pokus lze využít ve výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Vodík nebo s<sup>1</sup>-prvky. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie nebo Chemická kinetika. Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).



Obrázek 9 **Reakce sodíku s kyselinou chlorovodíkovou**



3.11 REAKCE SODÍKU S OXIDEM UHLIČITÝM <sup>(6)</sup>

## Reakce sodíku s oxidem uhličitým

**Pomůcky:**

Kippův přístroj, odměrný válec 200 cm<sup>3</sup>, zkumavka, stojan, kahan, kovové držáky, skelná vata, miska s pískem

**Chemikálie:**

drcený mramor, zředěná kyselina chlorovodíková HCl (1 : 1), sodík Na

**Postup práce:**

Střední část Kippova přístroje naplníme drceným mramorem. Poté vrchním otvorem při zavřeném bočním kohoutu opatrně lijeme zředěnou kyselinu chlorovodíkovou, přičemž spodní část Kippova přístroje musí být úplně naplněná. Po otevření bočního kohoutu se ve střední části okamžitě vyvíjí oxid uhličitý, který jímáme do předem připravené suché zkumavky. Zkumavku naplněnou oxidem uhličitým upevníme do stojanu a vhodíme do ní kousek okrájeného a osušeného sodíku. Poté zkumavku uzavřeme skelnou vatou a podložíme ji miskou s pískem. Nakonec zkumavku pomocí kahanu zahříváme a pozorujeme průběh reakce.

**Bezpečnost práce:**

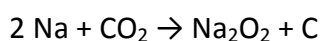
Ochranné pomůcky.

**Pozorování:**

Sodík reaguje s oxidem uhličitým velmi bouřlivě. Kov se postupně roztaví, až dojde k malé explozi. Celá reakce je doprovázena šuměním, pěněním a bubláním.

**Princip pokusu:**

Sodík je velmi reaktivní kov, snadno se oxiduje na ionty Na<sup>+</sup>. Při reakci s oxidem uhličitým redukuje C<sup>IV</sup> na C<sup>0</sup>.



**Didaktické poznámky:**

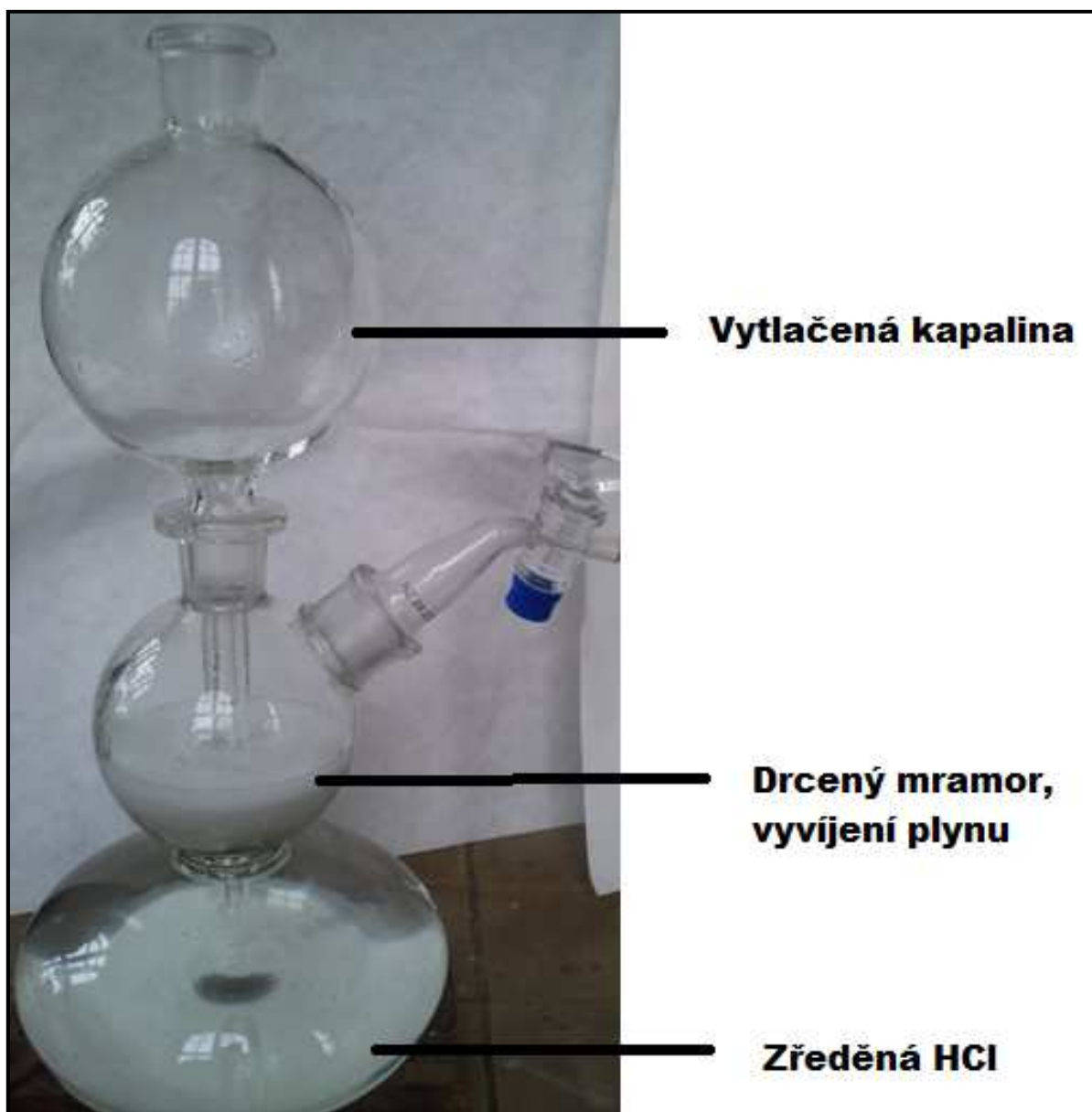
Pro přípravu oxidu uhličitého nemusí být použit Kippův přístroj, plyn lze připravit i jednodušeji pomocí aparatury pro vývoj plynu.

Reakci sodíku s oxidem uhličitým je možné pozorovat pouze při zahřívání celé zkumavky. Je důležité, aby byl sodík dobře okrájen, jinak s oxidem uhličitým nereaguje.

Využitím reakce oxidu uhličitého se sodíkem ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat reaktivitu a redukční vlastnosti sodíku. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Sloučeniny kyslíku nebo s<sup>1</sup>-prvky. Důležitá je likvidace sodíku (viz 3.1).





Obrázek 10 Reakce sodíku s oxidem uhličitým



Obrázek 11 Kippův přístroj

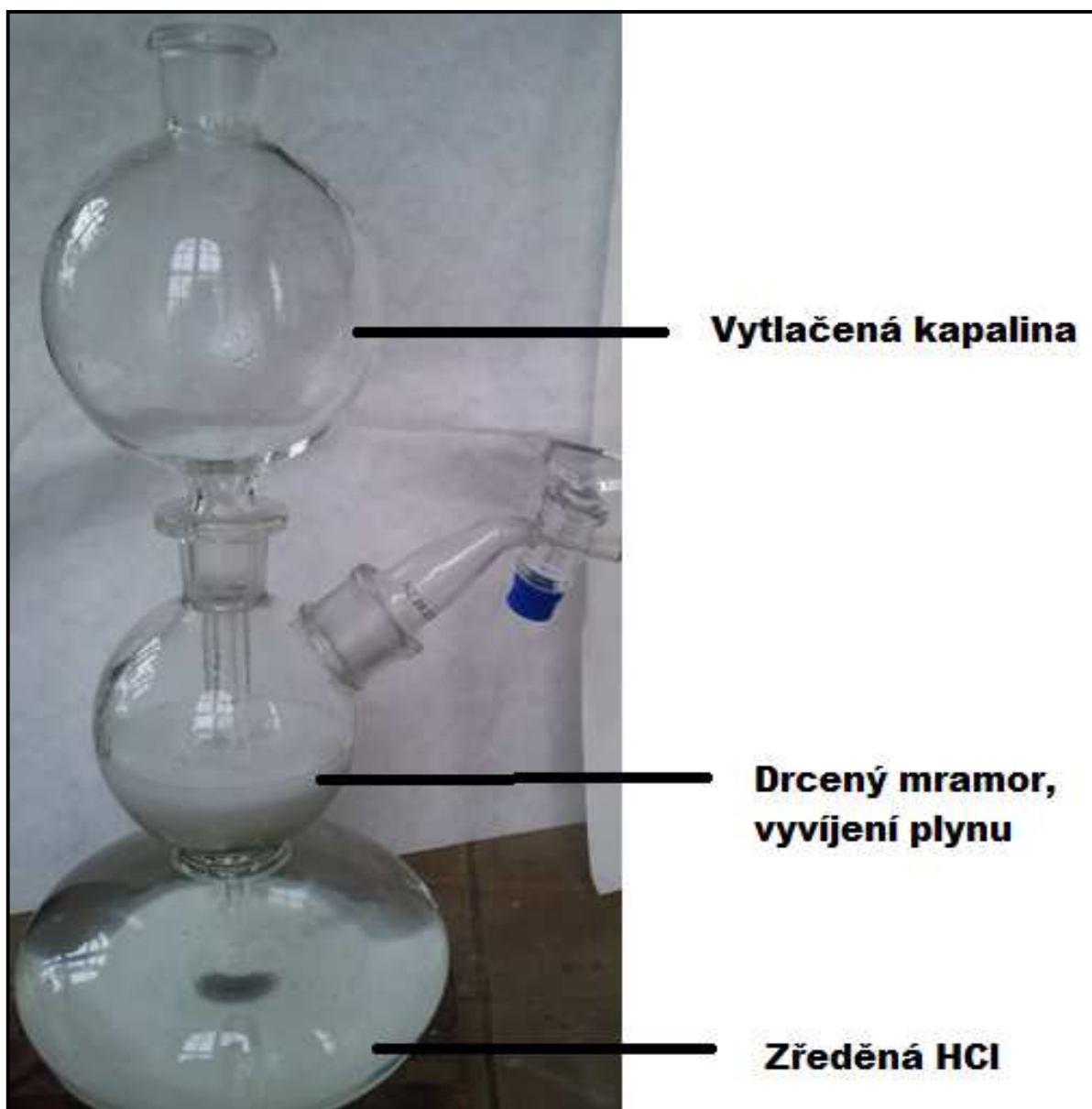
3.12 REAKCE HYDROXIDU SODNÉHO S OXIDEM UHLIČITÝM <sup>(10)</sup>

<b>Reakce hydroxidu sodného s oxidem uhličitým</b>	
<b>Pomůcky:</b>	zkumavka, stojan, držák na zkumavku, kapilára
<b>Chemikálie:</b>	hydroxid sodný NaOH, oxid uhličitý CO <sub>2</sub> , kyselina chlorovodíková HCl
<b>Postup práce:</b>	Zkumavku upevníme do stojanu a naplníme ji několika zrnky pevného hydroxidu sodného. Oxid uhličitý připravíme v Kippově přístroji (viz 3.11) a zavádíme jej do zkumavky přibližně 2 minuty. Nakonec přidáme několik kapek zředěné kyseliny chlorovodíkové. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky.
 DRAŽDIVÝ	 ŽIRAVÝ
<b>Pozorování:</b>	Hydroxid sodný reaguje s oxidem uhličitým bouřlivě. Reakce je okamžitá. Průběh reakce doprovází šumění a bubláni.
<b>Princip pokusu:</b>	Reakcí hydroxidu sodného s oxidem uhličitým vzniká uhličitán sodný a voda, $2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ následně: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

**Didaktické poznámky:**


Pro přípravu oxidu uhličitého nemusí být použit Kippův přístroj, plyn lze připravit i jednodušeji pomocí aparatury pro vývoj plynu.

Využitím reakce hydroxidu sodného s oxidem uhličitým ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat vlastnosti sodíku a jeho sloučenin. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu Sloučeniny kyslíku nebo s<sup>1</sup>-prvky.



Obrázek 12 Kippův přístroj

3.13 ROZPOUŠTĚNÍ HYDROXIDU SODNÉHO <sup>(10)</sup>

<b>Rozpouštění hydroxidu sodného</b>	
<b>Pomůcky:</b> kádinka 100 cm <sup>3</sup> , teploměr, tyčinka, chemická lžička	
<b>Chemikálie:</b> hydroxid sodný NaOH	
<b>Postup práce:</b> Kádinku naplníme přibližně do ½ poloviny destilovanou vodou a změříme teplotu vody. Poté ve vodě rozpouštíme pevný hydroxid sodný tak dlouho, dokud nevznikne nasycený roztok. Nakonec změříme teplotu nasyceného roztoku a údaje zaznamenáme.	
<b>Bezpečnost práce:</b> 	
<b>Pozorování:</b> Při reakci dochází k výraznému exotermnímu efektu.	
<b>Princip pokusu:</b> Hydroxid sodný je silná zásada a je velmi hygroskopický. Ve vodě se štěpí na ionty: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ Při rozpouštění hydroxidu sodného dochází k uvolňování většího množství tepla.	




**Didaktické poznámky:**

Měření teploty nasyceného roztoku hydroxidu sodného je vhodnější po uplynutí delší doby (aspoň 5 – 10 minut), protože k oteplování roztoku nedojde okamžitě.

Využitím rozpouštění hydroxidu sodného ve výuce chemie lze velmi snadno a rychle demonstrovat exotermní efekt.

Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky nebo Sloučeniny kyslíku. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie.

3.14 REAKCE PEROXIDU SODÍKU S OCTANEM OLOVNATÝM <sup>(7)</sup>

<b>Reakce peroxidu sodíku s octanem olovnatým</b>
<p><b>Pomůcky:</b> Kádinka 100 cm<sup>3</sup>, chemická lžička</p> <p><b>Chemikálie:</b> peroxid sodný Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, octan olovnatý Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 10 %</p>
<p><b>Postup práce:</b></p> <p>Do první kádinky připravíme přibližně 2 cm<sup>3</sup> 10 % roztoku octanu olovnatého. Ve druhé kádince rozpustíme v malém množství destilované vody lžičku peroxidu sodíku. Poté roztok v druhé kádince přilijeme k roztoku octanu olovnatého v první kádince. Pozorujeme reakci.</p>
<p><b>Bezpečnost práce:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Xn ZDRAVÍ ŠKODLIVÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>T TOXICKÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>N NEBEZPEČNÝ PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ</p> </div> </div>
<p><b>Pozorování:</b></p> <p>Octan olovnatý reaguje s peroxidem sodným okamžitě. Směs se samovolně zahřívá. Reakce je doprovázena dusivým zápachem a bubláním. Vyloučí se oxid olovičitý.</p>
<p><b>Princip pokusu:</b></p> <p>Peroxid sodíku je oxidační činidlo, reaguje s octanem olovnatým za vzniku octanu sodného a oxidu olovičitého. V průběhu reakce oxidují anionty Pb<sup>II</sup> na Pb<sup>IV</sup>.</p> $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{COONa} + \text{PbO}_2$



**Didaktické poznámky:**



Octan olovnatý je jedovatá látka, proto je nutné s ním pracovat se zvýšenou opatrností.

Využitím reakce octanu olovnatého s peroxidem sodným ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat oxidační účinky peroxidu sodného. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky,  $s^2$ -prvky a Sloučeniny kyslíku. Dále při výuce organické chemie, konkrétně při výuce reakcí organických sloučenin.



Obrázek 13 **Reakce hydroxidu sodného s octanem olovnatým**

3.15 SAMOVZNÍCENÍ DŘEVĚNÝCH PILIN <sup>(12)</sup>

<b>Samovznícení dřevěných pilin</b>	
<b>Pomůcky:</b>	Porcelánová miska, chemická lžička
<b>Chemikálie:</b>	peroxid sodný Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , dřevěné piliny
<b>Postup práce:</b>	Menší porcelánovou misku naplníme asi 2 lžičkami vysušených pilin. Poté k pilinám přisypeme dostatečné množství peroxidu sodného tak, aby byly piliny pokryté po celé ploše. Nakonec přikapáváme po částech destilovanou vodu. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky.
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>C</b> ŽÍRAVÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>O</b> OXIDUJÍCÍ</p> </div> </div>
<b>Pozorování:</b>	Po přilítí destilované vody ke směsi pilin a peroxidu sodného dochází k okamžité reakci. Ze začátku směs doutná, po chvíli dojde k samovznícení pilin na základě rozkladu peroxidu sodného. Celou reakci doprovází šumění, praskání a také zápach.
<b>Princip pokusu:</b>	<p>Peroxid sodný reaguje s vodou za vzniku hydroxidu sodného a peroxidu vodíku. Peroxid vodíku se rozkládá, uvolňuje se kyslík a velké množství tepla. Vlivem uvolněného tepla piliny vzplanou.</p> $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

**Didaktické poznámky:**

Aby reakce proběhla, musí být piliny dostatečně vysušené. Také je vhodné přidat větší množství peroxidu sodného. Využitím tohoto experimentu ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat reaktivnost peroxidu sodíku s vodou a také exotermní efekt. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky a Sloučeniny kyslíku. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie.



Obrázek 14 **Piliny s peroxidem sodným. Vzplanutí pilin**


3.16 REAKCE PEROXIDU VODÍKU S JODIDEM DRASELNÝM <sup>(13)</sup>

<b>Reakce peroxidu vodíku s jodidem draselným</b>	
<b>Pomůcky:</b>	zkumavka, stojan, držák na zkumavky
<b>Chemikálie:</b>	peroxid vodíku H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3%, jodid draselný KI, škrob
<b>Postup práce:</b>	Navážíme 0,5 g jodidu draselného a rozpustíme ho v malém množství destilované vody. Zkumavku s roztokem jodidu draselného upevníme do stojanu a přidáme malé množství škrobu a peroxidu vodíku. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	<p>The image shows four hazard pictograms in orange boxes. From left to right: 1. Oxidizing (O) with a flame over a circle and the text 'OXIDUJÍCÍ'. 2. Corrosive (C) with a hand being poured on and the text 'ŽÍRAVÝ'. 3. Harmful to the environment (Xn) with a large black X and the text 'ZDRAVÍ ŠKODLIVÝ'. 4. Corrosive (C) with a hand being poured on and the text 'ŽÍRAVÝ'.</p>
<b>Pozorování:</b>	Po přidání škrobu a peroxidu vodíku k roztoku jodidu draselného se vytvoří tmavě modrá až fialová sraženina. Zbarvení způsobí jód, který se uvolní při reakci.
<b>Princip pokusu:</b>	<p>Reakcí peroxidu vodíku s jodidem draselným vzniká jód a hydroxid draselný.</p> $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{KOH}$
<b>Didaktické poznámky:</b>	Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu s <sup>1</sup> -prvky nebo p-prvky, Vodík a Sloučeniny kyslíku. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Redoxní reakce.



Obrázek 15 Sraženina jódu a hydroxidu draselného

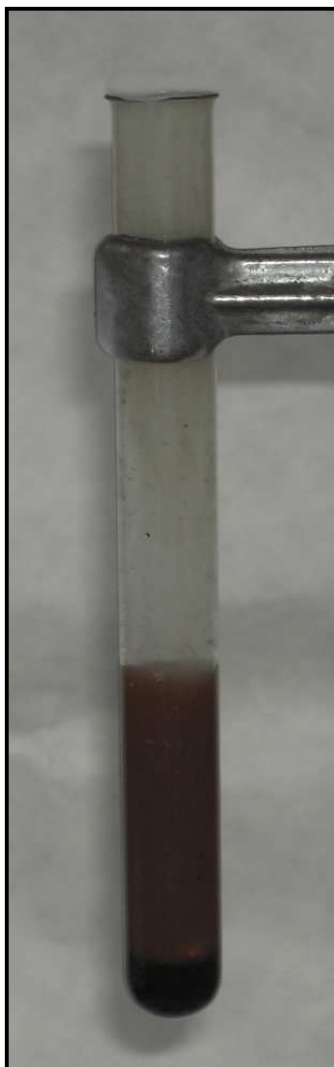
3.17 BLESKY POD VODOU <sup>(6)</sup>

<b>Blesky pod vodou</b>	
<b>Pomůcky:</b>	zkumavka, stojan, držák na zkumavku, pipeta dělená 25 cm <sup>3</sup> , miska s pískem
<b>Chemikálie:</b>	koncentrovaná kyselina sírová H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , etanol CH <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, manganistan draselný KMnO <sub>4</sub>
<b>Postup práce:</b>	Zkumavku naplníme 4 ml koncentrované kyseliny sírové, upevníme ji do stojanu a podložíme miskou s pískem. Poté do zkumavky přidáme 4 ml etanolu tak, aby se kapaliny nesmíchaly. Nakonec vhodíme několik krystalků manganistanu draselného. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky. 
<b>Pozorování:</b>	Kyselina sírová reaguje s manganistanem draselným velmi bouřlivě. Směs se zbarví dočerna, jsou viditelné jiskry a záblesky, což způsobuje oxidace etanolu. Celou reakci doprovází výrazné šumění a bublání.
<b>Princip pokusu:</b>	Manganistan draselný reaguje s kyselinou sírovou a vzniká oxid manganistý. Ten oxiduje ethanol, přičemž meziproduktem oxidace je acetaldehyd. Konečným produktem je oxid uhličitý, který nadnáší krystalky manganistanu draselného. $2 \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 4 \text{MnO}_2 + 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

**Didaktické poznámky:**



K experimentu stačí menší množství manganistanu draselného, při větším množství hrozí vystříknutí ze zkumavky. Reakční směs likvidujeme po delší době (min. po hodině) a postupujeme velmi opatrně. Směs přelijeme ze zkumavky do studené vody v Erlenmeyerově baňce, po zředění neutralizujeme např. vápenným mlékem.

Využitím experimentu Blesky pod vodou ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat vlastnosti manganistanu draselného. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce témat  $s^1$ -prvky nebo Kyseliny a zásady. Dále také v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Oxidační a redukční reakce.



Obrázek 16 **Blesky pod vodou**

3.18 DŮKAZ AMONIAKU NESSLEROVÝM ČINIDLEM <sup>(13)</sup>

<b>Důkaz amoniaku Nesslerovým činidlem</b>	
<b>Pomůcky:</b>	Kádinka 250 cm <sup>3</sup>
<b>Chemikálie:</b>	amoniak NH <sub>3</sub> , Nesslerovo činidlo K <sub>2</sub> [HgI <sub>4</sub> ]
<b>Postup práce:</b>	Kádinku naplníme do poloviny destilovanou vodou a přidáme malé množství amoniaku. Roztok poté promícháme a doplníme několika kapkami Nesslerova činidla. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>TOXICKÝ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>NEBEZPEČNÝ PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ</p> </div> </div>
<b>Pozorování:</b>	Roztok vody a amoniaku v kádince se po přikápnutí Nesslerova činidla okamžitě zbarví do oranžova a vytvoří se sraženina.
<b>Princip pokusu:</b>	<p>Oranžové zbarvení roztoku dokazuje přítomnost amoniaku. Amoniak reaguje v alkalickém prostředí s Nesslerovým činidlem za vzniku žlutého až červenohnědého zbarvení. Zbarvení je závislé na složení činidla.</p> $\text{NH}_4^+ + \text{K}_2[\text{HgI}_4] \rightarrow [\text{Hg}_2\text{I}_3\text{NH}_2]_x$



**Didaktické poznámky:**

Reakce je citlivá i na velmi malé množství amoniaku.


Nesslerovo činidlo <sup>(14)</sup> připravíme rozpuštěním 6 g jodidu rtuťnatého  $\text{HgI}_2$  v 50 ml vody. Jodid rtuťnatý poté vysrážíme roztokem 7,4 g jodidu draselného  $\text{KI}$  v 50 ml vody. Vzniklou sedimentu čtyřikrát promyjeme vodou (asi 20 ml) a poté ji spláchneme s trochou vody do baňky 100 ml. Dále přidáme 60 ml 30 % roztoku hydroxidu draselného  $\text{KOH}$ , doplníme vodou po rysku a protřepeme. Po 24 hodinách stání roztok nad sedimentem slijeme a můžeme použít.

Experiment lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce témat  $s^1$ -prvky, p-prvky nebo Komplexní sloučeniny a je vhodný pro laboratorní cvičení.



Obrázek 17 **Důkaz amoniaku Nesslerovým činidlem**


3.19 REAKCE HYDROXIDU SODNÉHO S HLINÍKEM <sup>(13)</sup>

<b>Reakce hydroxidu sodného s hliníkem</b>	
<b>Pomůcky:</b>	hliníková spirála (alobal), zkumavka, kádinka 250 cm <sup>3</sup> , stojan, držák
<b>Chemikálie:</b>	hydroxid sodný NaOH
<b>Postup práce:</b>	V kádince si připravíme roztok hydroxidu sodného. Část roztoku přelijeme do zkumavky upevněné ve stojanu a vložíme hliníkovou spirálu (popř. alobal). Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	
<b>Pozorování:</b>	Po vložení spirály do koncentrovaného roztoku hydroxidu sodného je patrný okamžitý vznik vodíku (podél hliníkové spirály se vytvoří bublinky).
<b>Princip pokusu:</b>	<p>Hliník reaguje s roztokem hydroxidu sodného za vzniku vodíku a tetrahydroxohlinitanu sodného.</p> $2 \text{ Al} + 2 \text{ NaOH} + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ H}_2 + \text{ Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
<b>Didaktické poznámky:</b>	<p>Roztok hydroxidu sodného musí být koncentrovaný, jinak reakce neproběhne. Pozor na postupné zrychlování reakce vlivem uvolňujícího se tepla.</p> <p>Využitím tohoto experimentu ve výuce chemie lze vhodně demonstrovat průběh reakce hliníku s hydroxidem sodným s následným uvolňováním vodíku. Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce témat s<sup>1</sup>-prvky, p-prvky nebo Vodík a je vhodný pro laboratorní cvičení.</p>



Obrázek 18 Příprava vodíku

3.20 PEKLO VE ZKUMAVCE <sup>(13)</sup>

<b>Peklo ve zkumavce</b>	
<b>Pomůcky:</b>	těžkotavitelná zkumavka, kahan, chemické kleště, miska s pískem
<b>Chemikálie:</b>	dřevěné uhlí, dusičnan draselný KNO <sub>3</sub> , síra S
<b>Postup práce:</b>	Těžkotavitelnou zkumavku upevníme do stojanu a roztavíme v ní menší množství dusičnanu draselného. Poté si v chemických kleštích nažhavíme malý kousek dřevěného uhlí a vhodíme ho do zkumavky. Po vyhoření přidáme malou lžičku síry. Pozorujeme reakci.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Ochranné pomůcky.  <p>The image shows four orange hazard pictograms in a row. From left to right: 1. Oxidizing (O): A flame over a circle. 2. Irritant (Xn): A large black 'X'. 3. Environment (N): A dead tree and a fish. 4. Toxic (T): A skull and crossbones.</p>
<b>Pozorování:</b>	Dřevěné uhlí reaguje s dusičnanem draselným okamžitě a velmi bouřlivě za doprovodu světelných efektů a dýmu. Při reakci se spaluje uhlík a přidáním síry se uvolňuje jedovatý oxid siřičitý.
<b>Princip pokusu:</b>	Uhlík a síra se spalují při vysoké teplotě v silně oxidačním prostředí dusičnanu draselného. Reakce je silně exotermická. Dusičnan draselný se rozloží na dusitan draselný a kyslík. Spalováním síry v kyslíku se uvolní oxid siřičitý a reakcí uhlíku s kyslíkem vznikne oxid uhličitý. $2 \text{KNO}_3 \rightarrow 2 \text{KNO}_2 + \text{O}_2$ $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

**Didaktické poznámky:**

Pozor na hořící uhlík, který ve zkumavce poskakuje a může ze zkumavky vypadnout. Může také dojít k roztavení zkumavky, protože je reakce silně exotermická.

Směs dusičnanu draselného, síry a uhlíku se nazývá černý střelný prach.

Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce témat  $s^1$ -prvky nebo  $p$ -prvky. Dále v obecné chemii, konkrétně při výuce tématu Termochemie.



Obrázek 19 Peklo ve zkumavce

3.21 ELEKTROLÝZA ROZTOKU CHLORIDU SODNÉHO <sup>(15)</sup>**Elektrolýza roztoku chloridu sodného****Pomůcky:**

Petriho miska, elektrody (železná katoda, uhlíková anoda), kádinka 250 cm<sup>3</sup>

**Chemikálie:**

chlorid sodný NaCl, roztok fenolftaleinu

**Postup práce:**

Připravíme si nasycený roztok chloridu sodného, kterým z 1/3 naplníme větší Petriho misku. Poté přidáme několik kapek roztoku fenolftaleinu. Do roztoku vložíme elektrody, které spojíme se zdrojem stejnosměrného proudu o napětí 6 – 12 V a necháme elektrolýzu několik minut probíhat. Pozorujeme změny v roztoku.

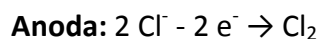
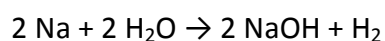
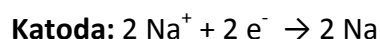
**Bezpečnost práce:****Pozorování:**

Při elektrolýze chloridu sodného probíhá redoxní chemická reakce. Na anodě se vyloučí chlor, což je patrné čichem. Na katodě se vyloučí sodík a její okolí se zbarví dorůžova. Toto zbarvení poskytuje fenolftalein v alkalickém prostředí.

**Princip pokusu:**

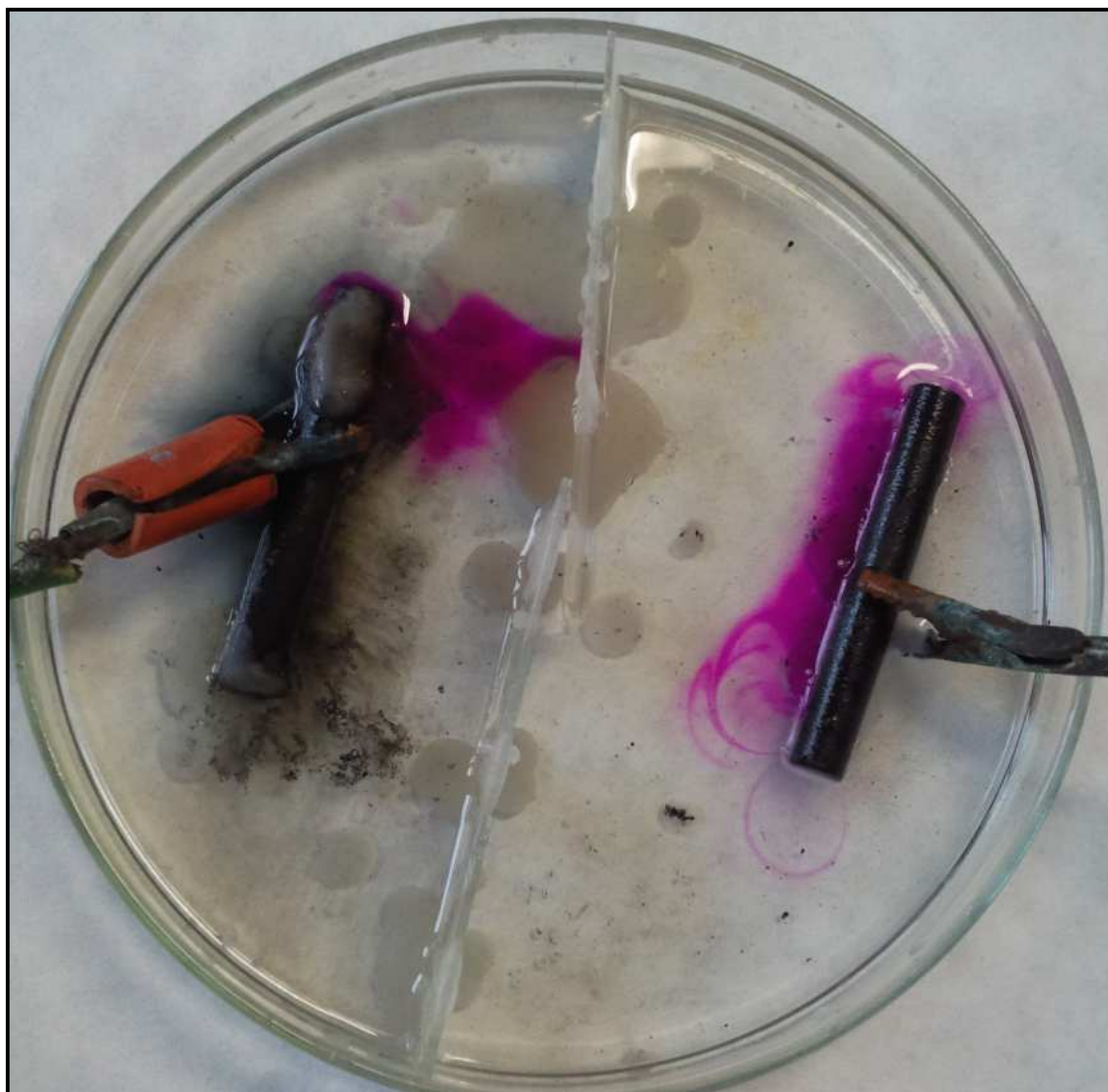
Elektrolýza je chemická reakce probíhající na elektrodách při průchodu stejnosměrného elektrického proudu. Reakce probíhá v elektrolytu, který obsahuje kationty a anionty. Při průchodu elektrického proudu dochází k pohybu kladných iontů k záporné elektrodě a záporných iontů ke kladné elektrodě. Základním předpokladem pro průběh elektrolýzy je přítomnost iontů v roztoku.

Chlorid sodný je disociován na kladné ionty sodíku  $\text{Na}^+$  a záporné ionty chloru  $\text{Cl}^-$ . Sodík reaguje s vodou za vzniku vodíku a hydroxidu sodného.

**Didaktické poznámky:**

Pro lepší pozorovatelnost změn v roztoku je dobré od sebe oddělit anodový a katodový prostor (např. pomocí laboratorních sklíček).

Pokus lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce témat  $s^1$ -prvky, Vodík, Soli. Dále také v obecné chemii při výuce tématu Termochemie. Tento experiment je vhodný pro laboratorní cvičení.



Obrázek 20 **Elektrolýza chloridu sodného**

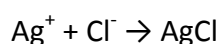


3.22 DIALÝZA ROZTOKU CHLORIDU SODNÉHO A ŠKROBU <sup>(9)</sup>

<b>Dialýza roztoku chloridu sodného a škrobu</b>	
<b>Pomůcky:</b>	kádinka 250 cm <sup>3</sup> , celofán, gumička, skleněná tyčinka
<b>Chemikálie:</b>	chlorid sodný NaCl, dusičnan stříbrný AgNO <sub>3</sub> , jód I, škrob
<b>Postup práce:</b>	Nejdříve si připravíme po 30 ml 2 % roztoku chloridu sodného a 2 % roztoku škrobu. Poté do široké kádinky nalijeme přibližně 150 ml destilované vody a zasuneme do ní čtverec celofánu (20 x 20 cm) tak, aby se středem dotýkal hladiny vody v kádince. Přečnávající okraje celofánu upevníme přes okraj kádinky gumičkou. Do vzniklého celofánového váčku nalijeme 2 % roztok, který jsme získali smíšením roztoku chloridu sodného a škrobu. Po 20 minutách dokazujeme v kapalině pod celofánovým váčkem přítomnost chloridových iontů a škrobu. Důkaz chloridových iontů dokazujeme chloridem stříbrným, důkaz škrobu roztokem jódu.
<b>Bezpečnost práce:</b>	Bez omezení.
<b>Pozorování:</b>	Důkaz chloridových iontů je pozitivní, což se projevuje bílou sraženinou v roztoku a dokládá propustnost celofánu pro chloridové ionty. Důkaz škrobu v roztoku je negativní, protože částice škrobu celofánem neprojdou. Pozitivní důkaz na škrob jódem by se projevil modrofialovým zbarvením roztoku.

**Princip pokusu:**

Dialýzu řadíme mezi separační metody, kdy dochází k separaci na membráně vlivem rozdílné rychlosti pohybu složek v silovém poli. Dialýzou roztoků lze oddělit makromolekulární nebo koloidní látky od nízkomolekulárních látek procházejících polopropustnou membránou, která odděluje roztok od prostoru s čistým rozpouštědlem. Do rozpouštědla přecházejí pouze molekuly, které jsou menší než rozměry pórů membrány. Pomocí dusičnanu stříbrného lze dokázat chloridové ionty, přičemž se vytvoří bílá sraženina chloridu stříbrného.

**Didaktické poznámky:**

Rychlost dialýzy zvýšíme mechanickým mícháním tyčinkou nebo pomocí magnetické míchačky.

Experiment lze využít při výuce anorganické chemie, konkrétně při výuce tématu  $s^1$ -prvky. Dále v analytické chemii a je také vhodný pro laboratorní cvičení.



Obrázek 21 Dialýza roztoku chloridu sodného a škrobu

## 4 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo využití alkalických kovů a jejich sloučenin při výuce chemie na středních školách a to především v experimentální rovině.

Výuka s chemickým experimentem patří mezi dovednostně praktické metody výuky chemie. Z hlediska účinnosti výuky je tato metoda didakticky nejefektivnější, protože je pro žáky nejpřitažlivější. Přestože se jedná o časově náročnější metodu výuky, ať už z hlediska přípravy učitele nebo z hlediska časové náročnosti, měla by být součástí každé výuky chemie. Ve výuce chemie lze využít demonstračního pokusu učitele nebo žáka, frontálního, simultánního nebo dílčího pokusu žáka a dalších pokusů.

Ve své diplomové práci uvádím nejběžnější školní chemické pokusy s alkalickými kovy i jejich sloučeninami, které jsem převzala z dostupné literatury. Uvedené pokusy jsem ověřila v laboratoři a doporučuji je zařadit do výuky chemie na střední škole.

Tato diplomová práce může sloužit jako výukový materiál pro studenty i učitele na středních školách.

## 5 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1	Reakce sodíku s vodou	27
Obrázek 2	Reakce draslíku s vodou	29
Obrázek 3	Sodík na lodičce z filtračního papíru	31
Obrázek 4	Sodík ve fázovém rozhraní voda – toluen	33
Obrázek 5	Barvení plamene kationty alkalických kovů	35
Obrázek 6	Aparatura na jímání chloru	38
Obrázek 7	Aparatura na jímání chloru	40
Obrázek 8	Reakce draslíku s bromem	42
Obrázek 9	Reakce sodíku s kyselinou chlorovodíkovou	44
Obrázek 10	Reakce sodíku s oxidem uhličitým	46
Obrázek 11	Kippův přístroj	47
Obrázek 12	Kippův přístroj	49
Obrázek 13	Reakce hydroxidu sodného s octanem olovnatým	53
Obrázek 14	Piliny s peroxidem sodným. Vzplanutí pilin	55
Obrázek 15	Sraženina jódu a hydroxidu draselného	57
Obrázek 16	Blesky pod vodou	59
Obrázek 17	Důkaz amoniaku Nesslerovým činidlem	61
Obrázek 18	Příprava vodíku	63
Obrázek 19	Peklo ve zkumavce	65
Obrázek 20	Elektrolýza chloridu sodného	68
Obrázek 21	Dialýza roztoku chloridu sodného a škrobu	70
Tabulka 1	Fyzikální vlastnosti alkalických kovů <sup>(1)</sup>	3
Tabulka 2	Zbarvení plamene a hlavní absorpční složky vlnových délek alkalických kovů <sup>(1)</sup>	4
Tabulka 3	Chemické a atomové vlastnosti alkalických kovů <sup>(1)</sup>	5
Tabulka 4	Přehled nejdůležitějších typů sloučenin alkalických kovů <sup>(1)</sup>	7
Tabulka 5	Klasifikace pokusů ve výuce chemie <sup>(5)</sup>	16
Tabulka 6	Příklad možnosti označení chemické látky <sup>(7)</sup>	20

**6 SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ**

1. Duchková, J.: Alkalické kovy a jejich sloučeniny. Bakalářská práce, Plzeň 2010
2. Greenwood, N. N., Earnshaw, A.: Chemie prvků 1. svazek. Informatik, Praha 1993
3. Metodický portál RVP: [online]. [cit. 2012-05-20], dostupné z WWW: <http://rvp.cz/>
4. Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni. Katedra pedagogiky. Studijní materiály OBDK: [online]. [cit. 2012-05-21], dostupné z WWW: <http://www.zcu.cz/fpe/kpg/materialy.html>
5. Pachmann, E., Hofmann, V.: Obecná didaktika chemie. SPN, Praha 1981
6. Čtrnáctová, H., Halbych, J.: Didaktika a technika chemických pokusů. Karolinum, Praha 2007
7. Čtrnáctová, H. a kol.: Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost. Prospektrum, Praha 2000
8. Klečková, M., Šindelář, Z.: Školní pokusy z anorganické a organické chemie. UPOL, Olomouc 2007
9. Trtílek, J. a kol.: Školní chemické pokusy. SPN, Praha 1973
10. Kouřil, M.: Demonstrační pokusy z obecné a anorganické chemie. SPN, Praha 1985
11. Spurná, M., Švehlík, Z.: Praktická cvičení z didaktiky chemie. UPOL, Olomouc 1989
12. Roesky, H. W., Möckel, K.: Chemische Kabinettstücke. VCH, Weinheim 1994
13. Solárová, M.: Chemické pokusy pro základní a střední školy. Paido, Brno 1996
14. Canov, M.: Chemická činidla, Nesslerovo činidlo [online]. [cit. 2012-07-15], dostupné z WWW: <http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/cinidla/nes.htm>
15. Pachmann, E.: Technika a didaktika školních chemických pokusů 1. SPN, Praha 1982

## 7 RESUMÉ

The topic of my diploma thesis is Alkali Metals Experiments in Chemistry Classes at Secondary Schools. The thesis is divided into two parts. The first, theoretical, part describes general characteristics of alkali metals, their physical and chemical qualities, and their occurrence and use. The second, practical, part includes 22 alkali metals experiments which can be used in chemistry classes at secondary schools. It is possible to use the diploma thesis as a background material for secondary school teachers of chemistry.

### Key words

Alkali metals, physical and chemical qualities, occurrence, usage, experiment, secondary school.

## 8 PŘÍLOHY

Přílohy obsahují dodatky ke kapitole 2.7, která se týká bezpečnosti práce v chemické laboratoři. Tyto přílohy uvádím pro dokreslení popisu nebezpečných vlastností chemických látek a přípravků.

### Seznam příloh:

- |                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| <b>Příloha 1</b> | R-věty                               |
| <b>Příloha 2</b> | S-věty                               |
| <b>Příloha 3</b> | Výstražné symboly grafické a písemné |

**Příloha 1 R-věty** <sup>(7)</sup>**1. Jednoduché R-věty**

R1:	Výbušný v suchém stavu
R2:	Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R3:	Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R4:	Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny
R5:	Zahřívání může způsobit výbuch
R6:	Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
R7:	Může způsobit požár
R8:	Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár
R9:	Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem
R10:	Hořlavý
R11:	Vysoce hořlavý
R12:	Extrémně hořlavý
R14:	Prudce reaguje s vodou
R15:	Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
R16:	Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
R17:	Samovznětlivý na vzduchu
R18:	Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
R19:	Může vytvářet výbušné peroxidy
R20:	Zdraví škodlivý při vdechování
R21:	Zdraví škodlivý při styku s kůží
R22:	Zdraví škodlivý při požití
R23:	Toxický při vdechování
R24:	Toxický při styku s kůží
R25:	Toxický při požití
R26:	Vysoce toxický při vdechování
R27:	Vysoce toxický při styku s kůží
R28:	Vysoce toxický při požití
R29:	Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
R30:	Při používání se může stát vysoce hořlavým
R31:	Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
R32:	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
R33:	Nebezpečí kumulativních účinků
R34:	Způsobuje poleptání
R35:	Způsobuje těžké poleptání
R36:	Dráždí oči
R37:	Dráždí dýchací orgány
R38:	Dráždí kůži
R39:	Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
R40:	Podezření na karcinogenní účinky



R41:	Nebezpečí vážného poškození očí
R42:	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování
R43:	Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží
R44:	Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
R45:	Může vyvolat rakovinu
R46:	Může vyvolat poškození dědičných vlastností
R48:	Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
R49:	Může vyvolat rakovinu při vdechování
R50:	Vysoce toxický pro vodní organismy
R51:	Toxický pro vodní organismy
R52:	Škodlivý pro vodní organismy
R53:	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R54:	Toxický pro rostliny
R55:	Toxický pro živočichy
R56:	Toxický pro půdní organismy
R57:	Toxický pro včely
R58:	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
R59:	Nebezpečný pro ozonovou vrstvu
R60:	Může poškodit reprodukční schopnost
R61:	Může poškodit plod v těle matky
R62:	Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti
R63:	Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
R64:	Může poškodit kojené dítě
R65:	Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
R66:	Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže
R67:	Vdechování par může způsobit ospalost a závratě
R68:	Možné nebezpečí nevratných účinků

## 2. Kombinované R-věty

R14/15:	Prudce reaguje s vodou za uvolňování extrémně hořlavých plynů
R15/29:	Při styku s vodou uvolňuje toxický, extrémně hořlavý plyn
R20/21:	Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží
R20/22:	Zdraví škodlivý při vdechování a při požití
R20/21/22:	Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití
R21/22:	Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití
R23/24:	Toxický při vdechování a při styku s kůží
R23/25:	Toxický při vdechování a při požití
R23/24/25:	Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R24/25:	Toxický při styku s kůží a při požití
R26/27:	Vysoce toxický při vdechování a při styku s kůží
R26/28:	Vysoce toxický při vdechování a při požití
R26/27/28:	Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R27/28:	Vysoce toxický při styku s kůží a při požití
R36/37:	Dráždí oči a dýchací orgány
R36/38:	Dráždí oči a kůži

R36/37/38:	Dráždí oči, dýchací orgány a kůži
R37/38:	Dráždí dýchací orgány a kůži
R39/23:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R39/24:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R39/25:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R39/23/24:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R39/23/25:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R39/24/25:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R39/23/24/25:	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R39/26:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R39/27:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R39/28:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R39/26/27:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R39/26/28:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R39/27/28:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R39/26/27/28:	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R42/43:	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování a při styku s kůží
R48/20:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R48/21:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R48/22:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R48/20/21:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R48/20/22:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R48/21/22:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R48/20/21/22:	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R48/23:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R48/24:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží

---

R48/25:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R48/23/24:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R48/23/25:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R48/24/25:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R48/23/24/25:	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R50/53:	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R51/53:	Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R52/53:	Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R68/20:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování
R68/21:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží
R68/22:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při požití
R68/20/21:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R68/20/22:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při požití
R68/21/22:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R68/20/21/22:	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití

Příloha 2 S-věty <sup>(7)</sup>

## 1. Jednoduché S-věty

- S1: Uchovávejte uzamčené
- S2: Uchovávejte mimo dosah dětí
- S3: Uchovávejte na chladném místě
- S4: Uchovávejte mimo obytné objekty
- S5: Uchovávejte pod ... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce)
- S6: Uchovávejte pod ... (inertní plyn specifikuje výrobce)
- S7: Uchovávejte obal těsně uzavřený
- S8: Uchovávejte obal suchý
- S9: Uchovávejte obal na dobře větraném místě
- S12: Neuchovávejte obal těsně uzavřený
- S13: Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv
- S14: Uchovávejte odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S15: Chraňte před teplem
- S16: Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření
- S17: Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů
- S18: Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevírejte
- S20: Nejezte a nepijte při používání
- S21: Nekuřte při používání
- S22: Nevdechujte prach
- S23: Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce)
- S24: Zamezte styku s kůží
- S25: Zamezte styku s očima
- S26: Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
- S27: Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
- S28: Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím ... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce)
- S29: Nevylévejte do kanalizace
- S30: K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
- S33: Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
- S35: Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
- S36: Používejte vhodný ochranný oděv
- S37: Používejte vhodné ochranné rukavice
- S38: V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
- S39: Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
- S40: Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte ... (specifikuje výrobce)
- S41: V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy








- S42: Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů (specifikaci uveďte výrobce)
- S43: V případě požáru použijte ... (uveďte zde konkrétní typ hasicího zařízení. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte „Nikdy nepoužívat vodu“)
- S45: V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení)
- S46: Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S47: Uchovávejte při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)
- S48: Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ... (vhodnou látku specifikuje výrobce)
- S49: Uchovávejte pouze v původním obalu
- S50: Nesměšujte s ... (specifikuje výrobce)
- S51: Používejte pouze v dobře větraných prostorách
- S52: Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
- S53: Zamezte expozici - před použitím si obstarejte speciální instrukce
- S56: Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S57: Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí
- S59: Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci
- S60: Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad
- S61: Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
- S62: Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S63: V případě nehody při vdechnutí přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu
- S64: Při požití vypláchněte ústa velkým množstvím vody (pouze je-li postižený při vědomí)




## 2. Kombinované S-věty

- S1/2: Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
- S3/7: Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě
- S3/9/14: Uchovávejte na chladném, dobře větraném místě odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S3/9/14/49: Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném dobře větraném místě, odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S3/9/49: Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě
- S3/14: Uchovávejte na chladném místě, odděleně od (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S7/8: Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý

- S7/9: Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě
- S7/47: Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)
- S20/21: Nejezte, nepijte a nekuřte při používání
- S24/25: Zamezte styku s kůží a očima
- S27/28: Po styku s kůží okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím ... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce)
- S29/35: Nevylévejte do kanalizace, tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
- S29/56: Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S36/37: Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice
- S36/37/39: Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S36/39: Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S37/39: Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S47/49: Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce)

Příloha 3 Výstražné symboly grafické a písemné <sup>(6)</sup>

Označení	Slovní označení	Písemný symbol	Grafický symbol (piktogram)	Příklad
a)	Výbušná	E		Dichroman amonný nitroglycerin, trinitrotoluen
b)	Oxidující	O		Kyslík, peroxid vodíku, kyselina dusičná, manganistan draselný
c)	Extrémně hořlavá	F+		Vodík, oxid uhelnatý, sulfan, methan, ethen, ethyn, propan, butan, ether
d)	Vysoce hořlavá	F		Sodík, draslík, sirouhlík, benzen, methanol, etanol, ethyn
e)	Hořlavá	R 10	-	Práškový hliník, amoniak, butanol, kyselina octová, styren
f)	Vysoce toxická	T+		Brom, fluor, bílý fosfor, rtuť, sulfan, kyanovodík, kyanidy, oxid dusičitý, dichromany
g)	Toxická	T		Chlor, olovo, chlorovodík, sirouhlík, oxid siřičitý, oxid uhelnatý, chromany, methanol
h)	Zdraví škodlivá	Xn		Jod, chlorid amonný, oxid manganičitý, manganistan draselný, síran měďnatý, chloroform, kofein

i)	Žravá	C		Amoniak, peroxid vodíku, hydroxid sodný, hydroxid draselný, kyselina dusičná, kyselina chlorovodíková, kyselina sírová.
j)	Dráždivá	Xi		Chlorid vápenatý, chlorové vápno, síran zinečnatý, uhličitan sodný, kyselina adipová
k)	Senzibilující	R 42, R 43	-	Beryllium, hydroxylamin, chlormethan, chloroform, butyl-metakrylát
l)	Karcinogenní	Karc.kat. (1,2 nebo3)	-	Beryllium, hydrazin, hydroxid nikelnatý, dichroman amonný, dichlorethan, formaldehyd, benzen
m)	Mutagenní	Mut.kat. (1,2 nebo 3)	-	Fluorid kademnatý, dichroman amonný, chroman draselný, brommethan, azobenzen
n)	Toxická pro reprodukci	Repr.kat. (1,2 nebo 3)		
o)	Nebezpečná Pro životní Prostředí	N nebo R 52, R 53, R 59		Chlor, amoniak, sulfan, tetrachlormethan, dichroman a chroman draselný, nitrotoluen