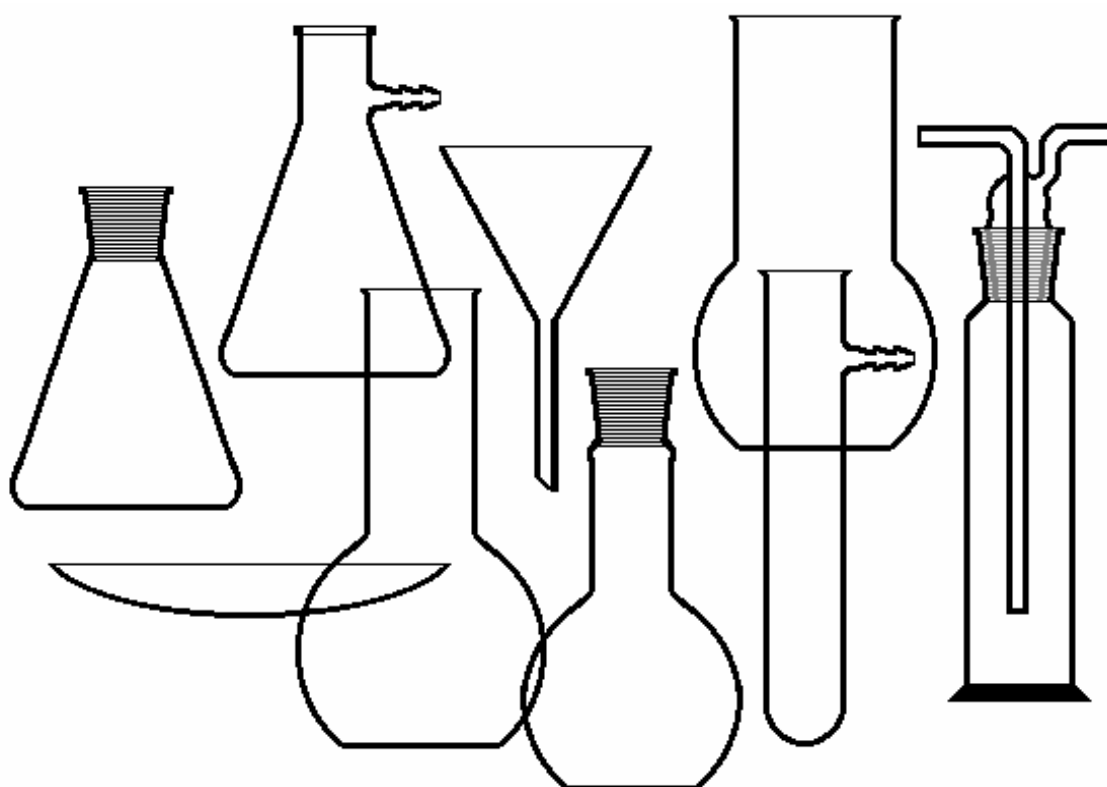


**Návody**  
**pro chemická laboratorní cvičení**  
**Část I.**



## **Laboratorní řád a bezpečnost práce**

Laboratorní řád je vydáván k zajištění bezpečného a plynulého chodu laboratorních cvičení.

Všichni žáci jsou povinni řídit se jeho ustanoveními shrnutými v jeho odstavcích:

- 1) Povinnosti laboratorní služby
- 2) Povinnosti zdravotního referenta
- 3) Povinnosti váhové služby
- 4) Povinnosti ostatních žáků

### **1. Povinnosti laboratorní služby**

Službu konají žáci určení vyučujícím profesorem.

- 1.1 Kontroluje stav laboratoře před zahájením cvičení:
  - 1.1.1 Stav úklidu po předcházející třídě (podlaha, tabule atd.).
  - 1.1.2 Pořádek na laboratorním stole včetně pomůcek na pracovním místě žáka (stojan, kruhy, držáky, kahany, hadice).
  - 1.1.3 Čistotu v digestořích a výlevkách.
  - 1.1.4 Stav společných zařízení v laboratoři (sušárny, nádoby na odpad, laboratorní váhy).
  - 1.1.5 Před cvičením zkontroluje stav ochranných pomůcek a hasicích přístrojů.
  - 1.1.6 Zjištěné závady hlásí vyučujícímu.
- 1.2 Vyzvedne od vyučujícího klíče k laboratorním stolům a předá je žákům.
- 1.3 Otevírá a zavírá šatnu a klíč ukládá na určené místo.
- 1.4 Doplnuje chemikálie a koná další pomocné práce k zajištění plynulého chodu cvičení (přejímání a výdej technických závaží, teploměrů, hustoměrů a jiných pomůcek).
- 1.5 Povinnosti při ukončení cvičení:
  - 1.5.1 Vrací vyučujícímu převzaté pomůcky v čistém a úplném stavu, ostatní potřeby uloží na určené místo.
  - 1.5.2 Dle pokynů vyučujícího uklízí laboratoř a kontroluje její stav, přičemž dbá zásad uvedených v odst. 1.1.
  - 1.5.3 Kontroluje uzamčení laboratorních stolů a vynáší odpad do příslušných kontejnerů.
  - 1.5.4 Podává vyučujícímu hlášení, že laboratoř je připravena k předání.
  - 1.5.5 Ukládá klíč od šatny na určené místo.

## **2. Povinnosti zdravotního referenta**

Funkci koná jeden žák určený na celý školní rok, v jeho nepřítomnosti jeho zástupce (určený stejným způsobem).

- 2.1 Během cvičení ošetřuje drobná poranění žáků, důsledně při tom používá ochranné rukavice, provádí zápis o každém poranění do příslušného sešitu. Veškeré úrazy hlásí vyučujícímu.
- 2.2 Po cvičení upozorní na spotřebované prostředky z lékárničky.

## **3. Povinnosti váhové služby**

- 3.1 Před cvičením připraví předvážky a váhy k vážení, zkontroluje čistotu okolo a uvnitř vah, přezkouší nulovou polohu, zkontroluje čistotu a úplnost sádky závaží u všech vah a další pomůcky pro vážení ( lodičky, lžičky, štetce).
- 3.2 Při ukončení cvičení uklidí a zkontroluje stav váhovny dle bodů v odst. 3.1 a hlásí jej vyučujícímu.

## **4. Povinnosti ostatních žáků**

- 4.1 Při zahájení cvičení jsou žáci na svých pracovních místech v zapnutých pracovních pláštích s předepsanými pomůckami, pozorně vyslechnou pokyny pro práci a po zapsání tématu cvičení na tabuli začnou pracovat.
- 4.2 Na pracovních stolech, na podlaze, v digestoři a váhovně je třeba udržovat naprostou čistotu a pořádek. Každé znečištění je nutné okamžitě odstranit.
- 4.3 Svévolná a neodpovědná manipulace s plynem, vodou, vakuem a elektrickým proudem není dovolena.
- 4.4 Škody způsobené v laboratoři hrubou nedbalostí nebo neopatrností hradí žák, který je zavinil. Nevyšetří-li se pachatel, hradí škodu celá skupina žáků.
- 4.5 Jíst a pít v laboratoři, přechovávat jídlo v laboratorních stolech, žvýkat a kouřit není dovoleno.
- 4.6 Každý žák se věnuje zadanému úkolu. Hlasité mluvení, pokřikování, zpívání, pískání, pobíhání po laboratoři nebo obtěžování spolužáků zbytečnými dotazy není dovoleno.
- 4.7 Každý žák má svůj pracovní plášť (viditelně označený jménem), utěrku, hadr, ručník, mýdlo, kapesní nůž, nůžky, zápalky, papírové štítky, lihový fix, kovovou laboratorní lžičku, kopistku, chemické tabulky, kalkulačku, laboratorní zápisník. Nedodržování pořádku má vliv na známku z laboratorního cvičení.
- 4.8 Opustit pracoviště smí žák jen se souhlasem vyučujícího. Přecházení k jiným pracovním stolům není dovoleno. Dále je zakázáno ponechávat aparatury bez dozoru.

- 4.9 Dělat pokusy, které nejsou předepsány, je PŘÍSNĚ ZAKÁZÁNO!
- 4.10 Pomůcky musí být na pracovním stole účelně rozloženy. Hromadit na stole nepotřebné věci není dovoleno. Volné chvíle využívá žák k umytí použitého nádobí a zlepšení pořádku na pracovním stole. Kromě pomůcek smí mít žák na stole pracovní sešit a psací potřeby. Učebnici, tabulky, kalkulačku má uloženy na bočních stolech pod okny, kde provádí i potřebné výpočty. Jiné věci, než jsou v tomto odstavci uvedeny, nesmí žák do laboratoře nosit (aktovky, kabelky apod.). Při práci u laboratorního stolu žák zásadně nesedí (ani na laboratorních stolech, ani na podlaze).
- 4.11 Odpadní koncentrované kyseliny je třeba nejprve zředit v kádince a pak teprve vylít do výlevky a řádně spláchnout vodou. Horké roztoky se nejprve ochladí nebo se zředí studenou vodou, jinak by se mohlo poškodit odpadní potrubí.
- 4.12 Zaměňovat zátky u reagenčních roztoků a znečišťovat tak obsah lahvíček není dovoleno. Reagenční lahvičky s pomocnými roztoky, umístěné mimo pracovní stůl, není dovoleno brát na pracovní stoly. Všechny lahve s chemikáliemi musí být řádně označeny a uzavřeny. U nebezpečných látek musí být dále označení jed, hořlavina apod.
- 4.13 Při práci musí žák dbát na svou vlastní bezpečnost, ale i na bezpečnost svých spolužáků. Při zahřívání látek ve zkumavce připravuje zkumavku tak, aby při případném vystříknutí jejího obsahu nebyl nikdo zasažen. Zvýšenou pozornost je nutné věnovat také odvodušňování dělicí nálevky při extrakci. Při nalévání žíraviny ze zásobních lahví se musí používat ochranného štítu a gumových rukavic. Také při práci s vakuem se musí používat ochranné brýle nebo štít.
- 4.14 Nedokončené práce ukládá žák do spodní části pracovního stolu (nikoliv zásuvky), přikryje je hodinovým sklíčkem nebo filtračním papírem a řádně je označí stručným popisem obsahu. Ukládat do pracovních stolů hořlaviny a rozpracované práce, při nichž probíhá reakce nebo lze předpokládat, že proběhnout může, je ZAKÁZÁNO.
- 4.15 Do cvičení přichází žák řádně teoreticky připraven. Přípravu provede doma do laboratorního zápisníku. Pracovní úkol vykonává svědomitě a veškeré záznamy a výpočty si píše do svého laboratorního zápisníku. Není dovoleno používat volných listů papíru, které se snadno ztratí.
- 4.16 O výsledku své práce vypracuje žák doma (dle zadání vyučujícího) laboratorní protokol, a to buď čitelně perem nebo nejlépe na počítači, včetně případných obrázků, tabulek a grafů. Laboratorní protokol píše na nelinkovaný papír formátu A4, případně na předtištěný formulář, který po ukončení práce odevzdá vyučujícímu.
- 4.17 Hořlaviny je třeba uchovávat v uzavřených nádobách, v dostatečné vzdálenosti od všech zdrojů tepla. Při manipulaci s hořlavinami se zásadně používají úzkohrdlé nádoby. K likvidaci požárů se zásadně používá hasicího přístroje, nejlépe s obsahem CO<sub>2</sub> nebo hasicí roušky.
- 4.18 Každý úraz, zejména poranění očí, nutno okamžitě hlásit vyučujícímu. Při případném potřísnění oka žíravinou, je nutné oko rychle vypláchnout proudem vody a poté vyhledat lékařské ošetření. Při potřísnění pokožky se žíravina rychle otře hadrem a řádně opláchně vodou. Potřísněný oděv se neutralizuje příslušným neutralizačním

roztokem a vypere se důkladně ve vodě. Po požití žíraviny zásadně nevyvoláváme zvracení.

- 4.19 Na stolech je dovoleno zahřívat roztoky, které nevyvíjejí kyselé, dráždivé a dusivé páry. Všechny reakce, při nichž vznikají tyto páry se musí provádět v zapnuté digestoři. Platí to zejména o odpařování těkavých kyselin, amoniaku, amonných solí a tavení s hydrogensíranem draselným, práci se sulfanem, oxidem siřičitým, chlorem, bromem apod.
- 4.20 Praskne-li nádoba s kapalinou, je třeba všechny stopy nehody dokonale odstranit.
- 4.21 Odstavené hořící kahany musí být vyregulovány na minimální plamen. Zapalování kahanu od kahanu nebo hořícími papírky není dovoleno.
- 4.22 Každý žák udržuje na svém místě čistotu a pořádek. Jakékoliv znečištění pracovního místa ihned odstraňuje. Použité nádoby se musí průběžně řádně mýt, voda se nechá okapat. Na konci laboratorního cvičení se nádoby uzavře do stolu čisté a suché. Pořádek ve stole se namátkově kontroluje.
- 4.23 Znečišťování výlevky (filtrační papíry, sraženiny, střepiny skla, varné kamínky apod.) není dovoleno a bude přísně potrestáno.
- 4.24 Skleněné nádoby se před použitím řádně prohlédne. Je nebezpečné používat poškozené nádoby, zejména při práci s vakuem.
- 4.25 Odpady obsahující nebezpečné chemické látky se vylévají do příslušných označených lahví. Nedodržování tohoto nařízení (pomíchání odpadů) bude potrestáno dle školního řádu.
- 4.26 Veškeré tuhé odpady v laboratoři je nutné třídít na sklo (řádně vymyté), čistý papír (ne použitý filtrační), plasty a ostatní odpad do příslušných označených nádob.
- 4.27 Před ukončením práce v laboratoři je třeba včas vypnout všechny elektrické přístroje, aby mohly být bezpečně uloženy na určené místo a nemohly se stát zdrojem požáru. Každý žák uvede své pracovní místo do naprostého pořádku.
- 4.28 Minimálně čtvrt hodiny před ukončením laboratorního cvičení se začíná s úklidem.
- 4.29 Na konci cvičení stojí žáci na svých místech, vyslechnou pozorně zhodnocení průběhu cvičení a pokyny pro přípravu na příští cvičení.
- 4.30 Odnášet z laboratoře pomůcky a chemikálie je přísně zakázáno.
- 4.31 **Vstupem do chemické laboratoře zavazuje se každý žák, že je mu znám obsah laboratorního řádu a že jej bude dodržovat.**

## **Laboratorní zápisník - MAKULÁŘ**

Záznam o všech laboratorních cvičeních se zapíše do makuláře, sešitu formátu A5 bez linek (čtverečky jsou možné). Každé laboratorní cvičení musí být nadepsáno na nové stránce slovy např.: „2. laboratorní cvičení dne 25.června 2103“. Je třeba tedy uvést číslo laboratorního cvičení a datum. Následuje téma napsané na tabuli, podtrhnutí a zápis o práci v laboratoři, který obsahuje princip úlohy, postup, výpočty, závěr. Po laboratorním cvičení bývá obvykle zadán úkol na další cvičení, je třeba napsat domácí přípravu. Nadepsat slovy např.: „Domácí příprava na 3. laboratorní cvičení.“ Zápis z laboratorního cvičení a domácí příprava následují pravidelně za sebou. Pokud žák není přítomen, je povinen to v makuláři uvést. Jestliže se do makuláře zapisují instrukce během laboratorního cvičení, zapisuje se z druhé strany sešitu s nadpisem např.: „Instruktáž na 4. laboratorní cvičení dne 7.dubna 2165“. Do makuláře se zapisuje během celého cvičení, není možné psát na papír a doma z něj přepisovat zápisy .

## **Laboratorní zpráva - protokol**

U vybraných úloh je třeba vypracovat zprávu o práci – protokol. Zpráva se provede na papír formátu A4, první strana obsahuje předepsaný formulář. Do rámečku formuláře je třeba uvést veškeré údaje a tyto napsat strojem (počítač, psací stroj) nebo ručně podle šablony. Vyplnění vlastním rukopisem není přípustné. Formulář lze získat v kanceláři školy nebo v elektronické podobě na <http://www.mssch.cz/> složka studijní materiály-chemie. Vzor je uveden v dalším textu. Protokol je dále tvořen několika základními body podobně jako zápis v makuláři.

1. Řádně vyplněná hlavička (viz text výše uvedený)
2. Princip – stručně a přesně vyjádřit princip zadaného úkolu několika větami, příp. rovnicí chemické reakce.
3. Postup práce – základem je správný a přesný zápis v makuláři, v protokole musí být uveden popis práce tak, aby bylo možno podle tohoto postupovat při zadané práci bez problémů.
4. Výpočty – výpočet vstupního množství, teoretický a praktický výtěžek, ředění kyselin atd.
5. Nákres aparatury (max 15x15 cm)
6. Grafy (formát A4!!!), tabulky měření, zápis vážení
7. Pomůcky, chemikálie (s označením z hlediska klasifikace nebezpečnosti)
8. Závěr – jasná formulace výsledku práce, zhodnocení pozorovaných jevů, zdůvodnění omylů.

Celá zpráva musí mít estetický vzhled, nesmí obsahovat pravopisné chyby a musí výstižně zachycovat podstatu a smysl provedené laboratorní práce. Není dovoleno používat zkratky, nebo je nutné vypsát je na konci protokolu.

## **Odevzdání preparátu**

Preparát odevzdávejte v čisté suché zkumavce. Na vloženém proužku papíru uveďte své jméno, název preparátu, jeho hmotnost a vypočtený praktický výtěžek v %.

## Hlavička protokolu

<i>Masarykova střední škola chemická, 116 28 Praha 1, Křemencova 12</i>		
<b>Jméno:</b>		<b>Třída:</b>
<b>Vedoucí:</b>		<b>Skupina:</b>
<b>Laboratoř:</b>		<b>Protokol č.:</b>
<b>Zadáno:</b>	<b>Odevzdáno:</b>	<b>Klasifikace:</b>
<b>Tématický celek:</b>		
<b>Úkol:</b>		

## Povinná výbava žáka do laboratoří

čistý, neroztrhaný plášť - opatřený jmenovkou

přezůvky, které nemají černou podrážku

gumička nebo spona do vlasů (pokud žák má dlouhé vlasy)

ochranné brýle

laboratorní deník - makulář (formát A5)

psací potřeby

chemické tabulky a učebnice

kalkulačka

rýsovací potřeby

laboratorní hadřík

laboratorní lžička kovová (i plastová)

kopista

zápalky

nůžky

lihový fix

mýdlo a ručník

## Bezpečnostní informace

### Klasifikace nebezpečnosti látek

vychází z požadavků nařízení vlády, kterým se stanoví postup hodnocení nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsob jejich klasifikace a označování a vydává Seznam dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek udává zákon č. 356/2003Sb. R a S věty obsahují informace týkající se rizik a bezpečnostních opatření při práci s chemikáliemi. Většina chemických látek je označena symboly, které vymezují jaká rizika podstupujeme při použití dané látky a jak se před nimi chránit. Podle legislativy Evropské unie se jednotlivá rizika označují jako **R–věty** (Risk phrases) s oficiálně přiřazeným číselným kódem. Požadovaná bezpečnostní opatření se pak označují jako **S–věty** (Safety phrases) taktéž s oficiálně přiřazeným kódem. Důležité bezpečnostní informace se uvádějí i na nálepkách obalů chemických látek v podobě piktogramů. Piktogramy poskytují rychlé informace o tom, jestli daná látka je hořlavina, výbušnina, oxidační činidlo, jed, zdraví škodlivá látka, žíravina, dráždivá látka nebo látka nebezpečná pro životní prostředí.

a) výbušné; jimi jsou pevné, kapalné, pastovité nebo gelovité látky a přípravky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu vzdušného kyslíku, přičemž rychle uvolňují plyny, a které, pokud jsou v částečně uzavřeném prostoru, za definovaných zkušebních podmínek detonují, rychle shoří nebo po zahřátí vybuchují,

b) oxidující; jimi jsou látky a přípravky, které vyvolávají vysoce exotermní reakci ve styku s jinými látkami, zejména hořlavými,

c) extrémně hořlavé; jimi jsou kapalné látky a přípravky, které mají extrémně nízký bod vzplanutí a nízký bod varu, a nebo plynné látky a přípravky, které jsou hořlavé ve styku se vzduchem při pokojové teplotě a tlaku,

d) vysoce hořlavé; jimi jsou

1. látky a přípravky, které se mohou samovolně zahřívat a nakonec se vznítí ve styku se vzduchem při pokojové teplotě bez jakéhokoliv dodání energie,

2. pevné látky a přípravky, které se mohou snadno zapálit po krátkém styku se zdrojem zapálení a které pokračují v hoření nebo vyhořely po jeho odstranění,

3. kapalné látky a přípravky, které mají velmi nízký bod vzplanutí,

4. látky a přípravky, které ve styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečných množstvích,

e) hořlavé; jimi jsou kapalné látky nebo přípravky, které mají nízký bod vzplanutí,

f) vysoce toxické; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží ve velmi malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,



g) toxické; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží v malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,

h) zdraví škodlivé; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží mohou způsobit smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,

i) žíravé; jimi jsou látky nebo přípravky, které mohou zničit živé tkáně při styku s nimi,

j) dráždivé; jimi jsou látky nebo přípravky, které mohou při okamžitém, dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemají žíravé účinky,

k) senzibilizující; jimi jsou látky nebo přípravky, které jsou schopné při vdechování, požití nebo při styku s kůží vyvolat přecitlivělost, takže při další expozici dané látce nebo přípravku vzniknou charakteristické nepříznivé účinky,











l) karcinogenní; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat rakovinu nebo zvýšit její výskyt,

m) mutagenní; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat dědičné genetické poškození nebo zvýšit jeho výskyt,

n) toxické pro reprodukci; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat nebo zvýšit výskyt nedědičných nepříznivých účinků na potomstvo nebo zhoršení mužských nebo ženských reprodukčních funkcí nebo schopností,

o) nebezpečné pro životní prostředí; jimi jsou látky nebo přípravky, které při vstupu do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo pozdější nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí.

## Výstražné symboly nebezpečnosti a jejich písmenné vyjádření

<b>E</b> 	<b>O</b> 	<b>F+</b> 	<b>F</b> 	<b>C</b> 
výbušný	oxidující	extrémně hořlavý	vysoce hořlavý	žíravý
<b>T+</b> 	<b>T</b> 	<b>Xn</b> 	<b>Xi</b> 	<b>N</b> 
vysoce toxický	toxický	zdraví škodlivý	dráždivý	nebezpečný pro životní prostředí

## Standardní věty označující specifickou rizikovost (R-věty)

### 1.1 Jednoduché R-věty

R 1	Výbušný v suchém stavu
R 2	Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 3	Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 4	Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny
R 5	Zahřívání může způsobit výbuch
R 6	Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
R 7	Může způsobit požár
R 8	Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár
R 9	Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem.
R 10	Hořlavý
R 11	Vysoce hořlavý
R 12	Extrémně hořlavý
R 14	Prudce reaguje s vodou
R 15	Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
R 16	Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
R 17	Samovznětlivý na vzduchu
R 18	Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
R 19	Může vytvářet výbušné peroxidy
R 20	Zdraví škodlivý při vdechování
R 21	Zdraví škodlivý při styku s kůží
R 22	Zdraví škodlivý při požití
R 23	Toxický při vdechování
R 24	Toxický při styku s kůží
R 25	Toxický při požití
R 26	Vysoce toxický při vdechování
R 27	Vysoce toxický při styku s kůží
R 28	Vysoce toxický při požití
R 29	Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
R 30	Při používání se může stát vysoce hořlavým
R 31	Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
R 32	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
R 33	Nebezpečí kumulativních účinků
R 34	Způsobuje poleptání
R 35	Způsobuje těžké poleptání
R 36	Dráždí oči
R 37	Dráždí dýchací orgány
R 38	Dráždí kůži
R 39	Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
R 40	Podezření na karcinogenní účinky
R 41	Nebezpečí vážného poškození očí
R 42	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování
R 43	Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží
R 44	Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
R 45	Může vyvolat rakovinu

R 46	Může vyvolat poškození dědičných vlastností
R 48	Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
R 49	Může vyvolat rakovinu při vdechování
R 50	Vysoce toxický pro vodní organismy
R 51	Toxický pro vodní organismy
R 52	Škodlivý pro vodní organismy
R 53	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 54	Toxický pro rostliny
R 55	Toxický pro živočichy
R 56	Toxický pro půdní organismy
R 57	Toxický pro včely
R 58	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
R 59	Nebezpečný pro ozonovou vrstvu
R 60	Může poškodit reprodukční schopnost
R 61	Může poškodit plod v těle matky
R 62	Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti
R 63	Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
R 64	Může poškodit kojené dítě
R 65	Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
R 66	Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže
R 67	Vdechování par může způsobit ospalost a závratě
R 68	Možné nebezpečí nevratných účinků

## 1.2 Kombinované R -věty

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

- R 39/24/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
- R 39/23/24/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
- R 39/26 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
- R 39/27 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
- R 39/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
- R 39/26/27 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
- R 39/26/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
- R 39/27/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
- R 39/26/27/28 Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných návratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
- R 42/43 Může vyvolat senzibilizaci při vdechování a při styku s kůží
- R 48/20 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
- R 48/21 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
- R 48/22 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
- R 48/20/21 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
- R 48/20/22 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
- R 48/21/22 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
- R 48/20/21/22 Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
- R 48/23 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
- R 48/24 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
- R 48/25 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
- R 48/23/24 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
- R 48/23/25 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
- R 48/24/25 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
- R 48/23/24/25 Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
- R 50/53 Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
- R 51/53 Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
- R 52/53 Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí

R 68/20	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování
R 68/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží
R 68/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při požití
R 68/20/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 68/20/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při požití
R 68/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 68/20/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití

## Standardní pokyny pro bezpečné nakládání (S-věty)

### 2.1 Jednoduché S – věty

S 1	Uchovávejte uzamčené
S 2	Uchovávejte mimo dosah dětí
S 3	Uchovávejte na chladném místě
S 4	Uchovávejte mimo obytné objekty
S 5	Uchovávejte pod .... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce)
S 6	Uchovávejte pod .....(inertní plyn specifikuje výrobce)
S 7	Uchovávejte obal těsně uzavřený
S 8	Uchovávejte obal suchý
S 9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě
S 12	Neuchovávejte obal těsně uzavřený
S 13	Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv
S 14	Uchovávejte odděleně od ...(vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
S 15	Chraňte před teplem
S 16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření
S 17	Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů
S 18	Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevřete
S 20	Nejezte a nepijte při používání
S 21	Nekuřte při používání
S 22	Nevdechujte prach
S 23	Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce)
S 24	Zamezte styku s kůží
S 25	Zamezte styku s očima
S 26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
S 27	Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
S 28	Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím .....(vhodnou kapalinu specifikuje výrobce)
S 29	Nevylévejte do kanalizace
S 30	K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
S 33	Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
S 35	Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
S 36	Používejte vhodný ochranný oděv
S 37	Používejte vhodné ochranné rukavice

- S 38 V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
- S 39 Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
- S 40 Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte .... (specifikuje výrobce)
- S 41 V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy
- S 42 Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů (specifikaci uvede výrobce)
- S 43 V případě požáru použijte ... (uved'te zde konkrétní typ hasicího zařízení. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte „Nikdy nepoužívat vodu“)
- S 45 V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení)
- S 46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 47 Uchovávejte při teplotě nepřesahující ...°C (specifikuje výrobce)
- S 48 Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ..... (vhodnou látku specifikuje výrobce)
- S 49 Uchovávejte pouze v původním obalu
- S 50 Nesměšujte s ..... (specifikuje výrobce)
- S 51 Používejte pouze v dobře větraných prostorách
- S 52 Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
- S 53 Zamezte expozici - před použitím si obstarajte speciální instrukce
- S 56 Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S 57 Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí
- S 59 Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci
- S 60 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad
- S 61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
- S 62 Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 63 V případě nehody při vdechnutí přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu
- S 64 Při požití vypláchněte ústa velkým množstvím vody (pouze je-li postižený při vědomí)

## 2.2 Kombinované S -věty

- S 1/2 Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
- S 3/7 Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě
- S 3/9/14 Uchovávejte na chladném, dobře větraném místě odděleně od .... (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S 3/9/14/49 Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném dobře větraném místě, odděleně od ....(vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S 3/9/49 Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě
- S 3/14 Uchovávejte na chladném místě, odděleně od (vzájemně se vylučující látky uvede výrobce)
- S 7/8 Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý
- S 7/9 Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě
- S 7/47 Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující .... °C (specifikuje

	výrobce)
S 20/21	Nejezte, nepijte a nekuřte při používání
S 24/25	Zamezte styku s kůží a očima
S 27/28	Po styku s kůží okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím . . . (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce)
S 29/35	Nevylévejte do kanalizace, tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
S 29/56	Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
S 36/37	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice
S 36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 36/39	Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 37/39	Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
S 47/49	Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující .... °C (specifikuje výrobce)

## Chemické látky používané při laboratorním cvičení

název	klasifikace	R věty	S věty
amoniak (roztok 26%)	C ; N	34-50	(1/2-)26-36/37/39-45-61
dichroman draselný	O ; T+ ; N	45-46-60-61-8-21-25-26-34-42/43-48/23-50/53	53-45-60-61
dusičnan stříbrný	C ; N	34-50/53	(1/2-)26-45-60-61
ethanol	F	11	(2-)7-16
fluorid draselný	T	23/24/25	(1/2-)26-45
hořčík	F	11-15	(2-)7/8-43
hydroxid draselný	C	22-35	(1/2-)26-36/37/39-45
hydroxid sodný	C	35	(1/2-)26-37/39-45
chlorid amonný	X <sub>n</sub>	22-36	(2-)22
chlorid barnatý	T	20-25	(1/2-)45
chlorid rtuťnatý	T+ ; N	28-34-48/24/25-50/53	(1/2-)36/37/39-45-60-61
chlorid vápenatý	X <sub>i</sub>	36	(2-)22-24
chlorid zinečnatý	C ; N	22-34-50/53	(1/2-)26-36/37/39-45-60-61
chroman draselný	T ; N	49-46-36/37/38-43-50/53	53-45-60-61
jod	X <sub>n</sub> ; N	20/21-50	(2-)23-25-61
kyselina dusičná (konc.)	O ; C	8-35	(1/2-)23-26-36-45

kyselina chlorovodíková (konc.)	C	34-37	(1/2-)26-45
kyselina octová (konc.)	C	10-35	(1/2-)23-26-45
kyselina sírová (konc.)	C	35	(1/2-)26-30-45
kyselina šřavelová	X <sub>n</sub>	21/22	(2-)24/25
manganistan draselný	O ; X <sub>n</sub> ; N	8-22-50/53	(2)60-61
oxid manganičitý	X <sub>n</sub>	20/22	(2-)25
peroxid vodíku	O ; C	5-8-20/22-35	(1/2-)17-26-28-36/37/39-45
rtuť	T ; N	23-33-50/53	(1/2-)7-45-60-61
síran měďnatý	X <sub>n</sub> ; N	22-36/38-50/53	(2-)22-60-61
síran nikelnatý	X <sub>n</sub> ; N	22-40-42/43-50/53	(2-)22-36/37-60-61
uhličitan sodný kr.	X <sub>i</sub>	36	(2-)22-26

Pokud pracujete s nebezpečnými látkami, dbejte pokynů vyučujících. Látky si vypište do sešitu včetně označení klasifikace nebezpečnosti a R,S vět. Pokud nejsou v přiložené tabulce, vyhledejte příslušná data v literatuře nebo využijte elektronickou obdobu (nějakou databázi).

## Čistota chemikálií

U chemikálií prodávaných v ČR bývá vyznačen stupeň čistoty. Stupně čistoty podle ČSN 650190 v pořadí od nejvyššího k nejnižšímu jsou (v závorce jsou uvedeny eventuelní zkratka českého označení stupně čistoty, latinské označení stupně čistoty a zkratka latinského označení stupně čistoty):

chemicky čistý (ch.č., purissimum speciale, puriss. spec.),  
pro analýzu (pro analysi, p.a.),  
čistý (č., purum, p.),  
čištěný (depuratum, depur.),  
technický (technicum, techn.),  
surový (sur., crudum, crud.).

Z hlediska práce v laboratoři je vhodné pracovat s chemikáliemi co nejvyšší čistoty, neboť nečistoty mohou rušivě ovlivňovat výsledky práce. Je však třeba si uvědomit, že se zvyšováním čistoty chemikálie se zvyšuje pracnost její výroby a tedy i cena. Volba nejčistších dostupných chemikálií by mnohdy byla zbytečným plýtváním finančními prostředky i znehodnocováním práce vložené do jejich přípravy.

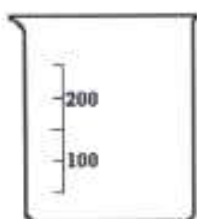
Chemikálie, které nevyhovují čistotou pro přímé použití, podrobíme vhodné čistící operaci. Někdy je nutné čistit i chemikálie s označením vysokého stupně čistoty, protože mohou být vlhké, mohou se časem kazit, nebo je potřeba odstranit stabilizační přísady. Nejběžnějšími čistícími operacemi jsou sušení, krystalizace a destilace.



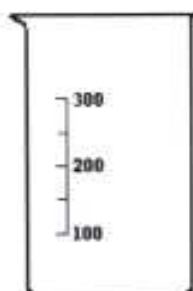
## **Laboratorní potřeby a pomůcky**

Velká většina nádob používaných v chemické laboratoři, sloužící k reakcím, preparacím i uchování chemikálií je vyrobena ze skla. Chemické sklo má vysoký obsah oxidu křemičitého, je tepelně a chemicky odolné. Další předměty v laboratoři se vyrábí z porcelánu, plastických materiálů a z kovů. Pro laboratorní praxi je nezbytné umět tyto pomůcky pojmenovat. Pro začátek následuje laboratorní sklo – zejména kádinky, baňky, laboratorní porcelán a další pomůcky používané v prvním ročníku.

# Laboratorní sklo



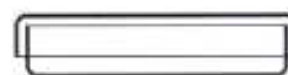
kádinka nízká s výlevkou



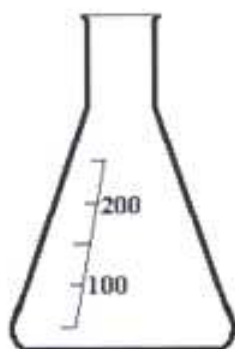
kádinka vysoká s výlevkou



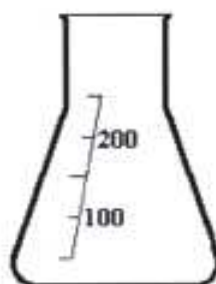
miska krystalizační



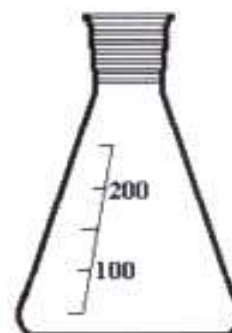
miska Petriho



baňka kuželová úzkohrdlá  
podle Erlenmeyera



baňka kuželová širokohrdlá  
podle Erlenmeyera



baňka kuželová se zábrusem



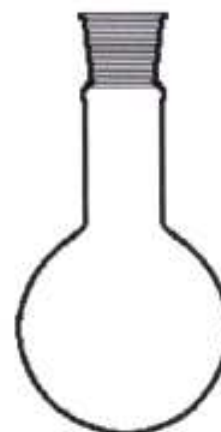
baňka s plochým dnem  
úzkohrdlá



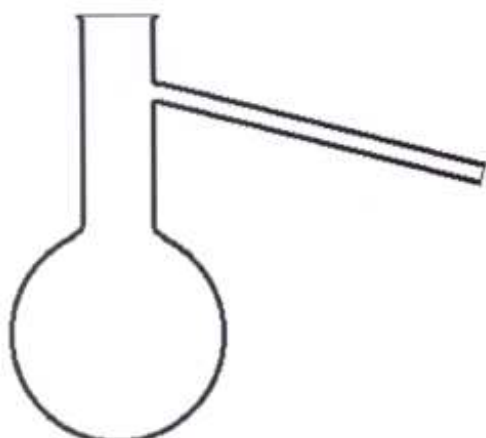
baňka s plochým dnem  
širokohrdlá (titrační)



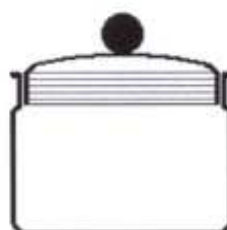
baňka s plochým dnem  
a zábrusem



baňka s kulatým dnem  
a zábrusem



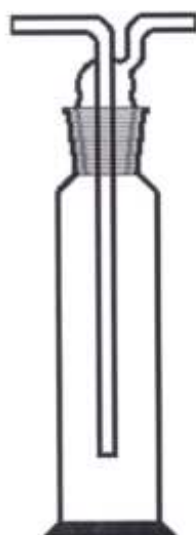
baňka frakční



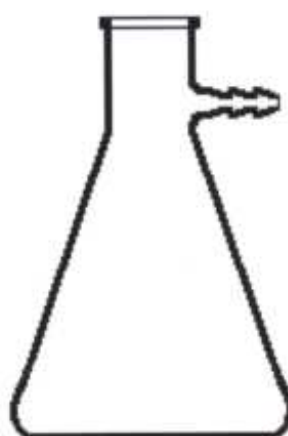
váženka se zabr. víčkem



nálevka filtrační



promývačka



láhev odsávací



hodinové sklo



láhev reagenční



válec odměrný



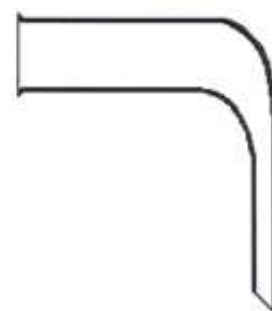
nálevka dělicí



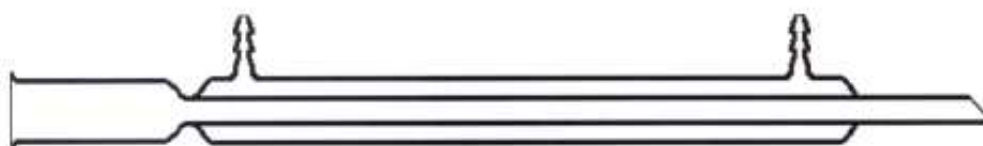
zkumavka



zkumavka odsávací

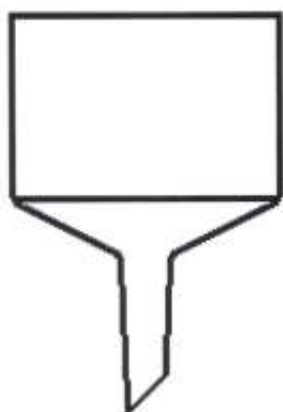


předloha destilační (alonz)



chladič Liebigův

## Laboratorní porcelán



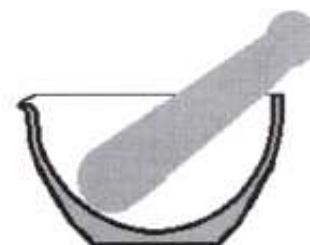
nálevka Büchnerova



miska odpařovací

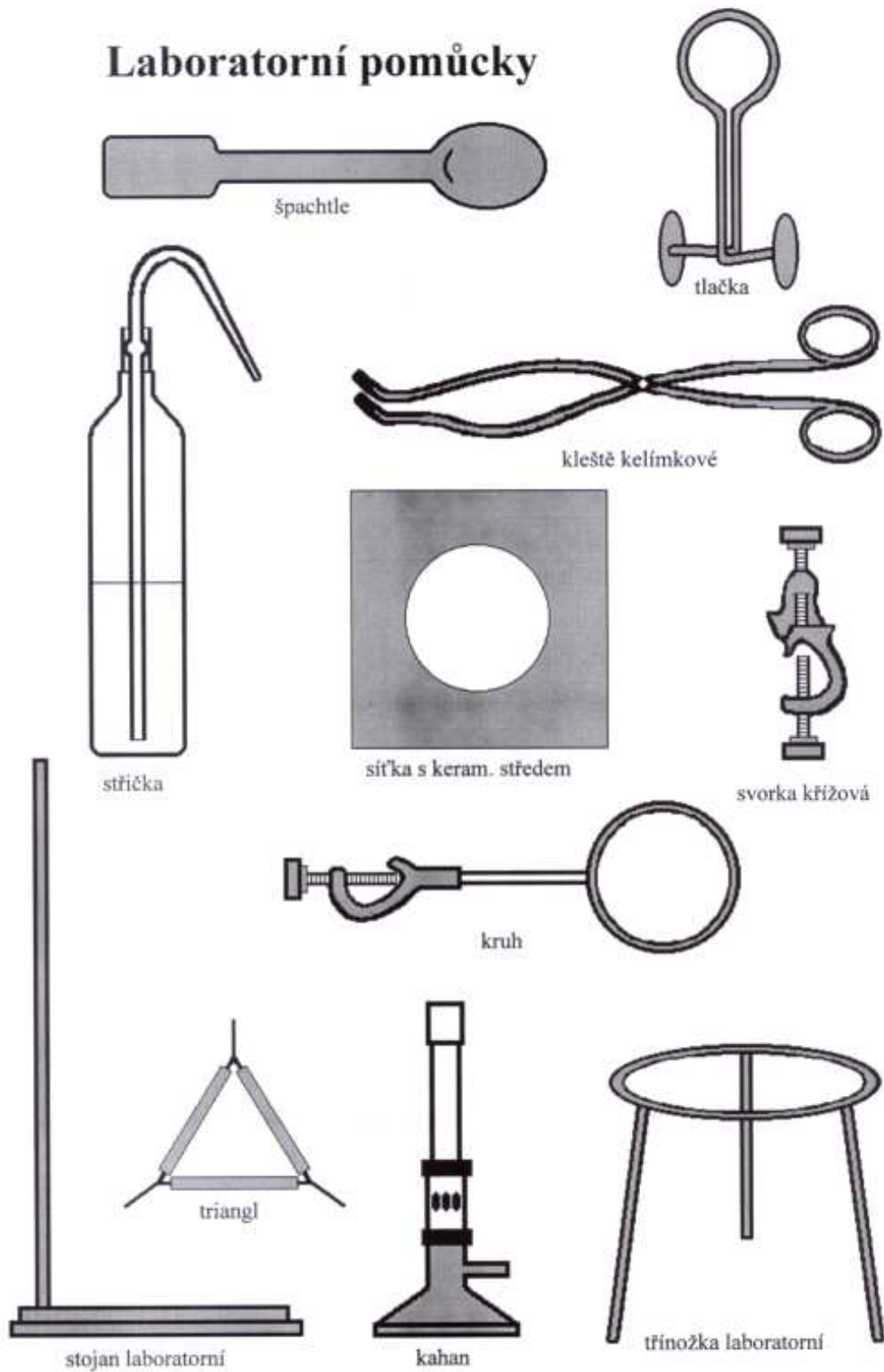


kelímek žhací

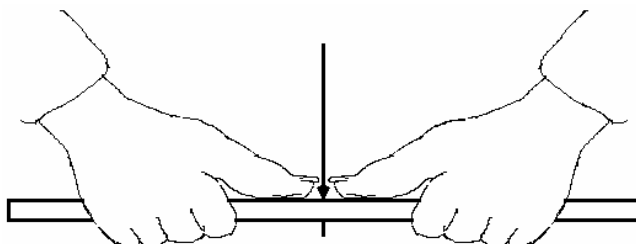


miska třecí s tloučkem

## Laboratorní pomůcky



## Základní práce se sklem



Každý chemik má ovládat základní práce se zpracováním skla.

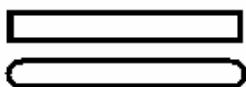
### 1) Řezání skla



Řezání trubic potřebné délky provádíme tak, že na žádaném místě provedeme sklářským nožem nebo trojúhelníkovým pilníkem zářez. Táhnutím lehce směrem dolů pak trubicí v místě řezu rozloíme. Podobným způsobem řezeme i skleněné tyčinky.

### 2) Formování skla v plameni

#### a) otavování hran



Ostré hrany trubic nebo tyčinek otavujeme tak, že konec trubice nejprve vyhřejeme ve svítivém plameni a potom vnoříme za stálého otáčení do nejteplejší zóny nesvítivého plamene kahanu. Jakmile hrany začnou červenat, ihned je z plamene vytáhneme. Přílišné zahřátí způsobuje, že se okraje trubice stahují a její otvor se proto zmenšuje. Podobně u tyčinek vzniká kapkovitý útvar.

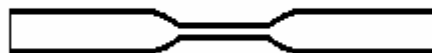
#### b) ohýbání skla



Ohýbání skleněných trubic do pravého úhlu provádíme tak, že vyhřejeme trubicí rovnoměrně v délce úměrné poloměru vyžadovaného oblouku. Za stálého otáčení zahřejeme sklo do žlutého žáru a mimo plamen potom trubicí volně ohýbáme, jen co dovoluje odpor materiálu.

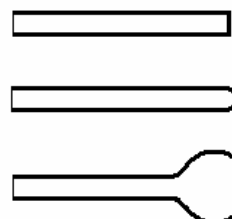
#### c) tažení trubic

Trubicí stejnoměrně vyhřátou do úplného změknutí můžeme vytáhnout – mimo plamen - a zúžit ji na kapiláru nebo na trubicí o menším průměru.



#### d) zatavování a foukání baniček

Konec trubice zahřejeme do červena, až se slije, a pak mimo plamen foukáme tak, až se vytvoří banička.



## Váhy a vážení

Vážení je jeden z nejobvyklejších laboratorních úkonů. Jsou-li k dispozici dobré váhy a zachováme-li všechna pravidla správného vážení, můžeme docílit mimořádné přesnosti, jakou např. při odměřování objemu nedosáhneme. Podle citlivosti a váživosti se rozlišuje několik druhů vah. Analytické váhy váží s přesností na 0.0001 g a mají váživost několik g. Používají se při analytických stanoveních. Technické váhy zvané též lékárnické či zlatnické mají větší váživost a váží s přesností na 0.01 g (viz dále). Předvážky váží obvykle do 1-5 kg s přesností na 0.1 g. Drogistické či krámské váhy jsou všechny ostatní váhy, které se nepovažují za váhy laboratorní.

**Termíny:** Váživost vah je největší dovolené zatížení, kterému můžeme bez poškození vystavit jednu miskou vah. Citlivost vah je poměr mezi výchylkou ukazatele a malým závažím, kterým je způsobena. Nulová poloha je místo na stupnici, kolem kterého se kýve a nakonec se zastaví jazýček vahadla nezatížených vah.

Technické váhy mají váživost 200-1000 g a váží s přesností na 0.01 g. Obvykle to jsou váhy s dvěma miskami, vahadlem a závažíčky. Obvykle mají aretaci, což je zařízení, které umožňuje vysunutí vahadla z břitů a tím chrání břity před mechanickým poškozením zejména v době, kdy nevážíme. Odaretování a aretaci provádíme vždy opatrně a pomalu, aby nedošlo k vypadnutí závěsů misek z břitů. Nejsou-li váhy v činné poloze, musí být vždy zaaretovány. Závaží pro přesné technické váhy jsou obvykle mosazná a bývají uložena v dřevěné skřínce zároveň se zlomky a pinsetou.

### **Postup při vážení:**

Stanovíme nulovou polohu, to znamená, že váhy odaretujeme a zjistíme, zda se jazýček vahadla při nezatížených vahách kryje s nulovým označením stupnice. Není-li tomu tak, vyrovnáme nulovou polohu vyvážením zlomkem závaží. Pak váhy zaaretujeme.

Odvažovaný předmět ve vhodné nádobce (káldince, váženice, na hodinovém sklíčku nebo na lodičce položíme na levou miskou vah.

Na pravou miskou dáme pomocí pinsety závaží předpokládané hmotnosti a opatrně částečně odaretujeme a sledujeme výchylku jazýčku. Podle toho buď přidáme nebo ubereme a tak postupně přidáváme menší závaží, přičemž dodržujeme zásadu, že vždy postupujeme od těžšího závaží k lehčímu. Hmotnost závaží zapisujeme podle prázdných míst v sadě závaží a kontrolujeme ji při vracení závaží do soupravy. Po vyvážení vah tyto zaaretujeme a pak sejmeme vážený předmět a závaží.

Pro stanovení hmotnosti odvažované chemikálie buď zvážíme předem nádobku (táru), nebo zvážíme nádobku po vysypání s případným zbytkem chemikálie (tzn. navažování z rozdílů).

Při vážení je třeba dbát, aby váhy byly vždy ve vodorovné poloze, kterou kontrolujeme pomocí olovnice nebo vodováhy. Misky vah je třeba chránit před znečištěním chemikáliemi. Případnou nečistotu na vahách ihned odstraníme čistým hadříkem, případně miskou opláchneme a vysušíme. Do blízkosti vah se nesmí dávat chemikálii, které by mohly váhy korodovat. Stejně tak nesmějí korodovat závaží, neboť by pak měnila svou hmotnost.

**Předvážky** jsou určeny k velmi rychlému vážení, přesnost a dolní mez váživosti jsou však horší než u technických vah. Obvyklé jsou jednomiskové poloautomatické sklonné váhy s rovnoběžníkovým vedením váhové misky a opatřené magnetickým tlumením kyvů. Výchylka vahadla se přenáší opticky do okénka (na stínidlo) na přední straně přístroje. Pro zatížení nad 100 g, nad 200 g atd. se rozsah vážení mění navažovacím knoflíkem na pravé bočnici přístroje. Váhy se zapínají vypínačem na zadní straně vah. Vodorovnou polohu vah kontrolujeme pomocí libely. Pak překontrolujeme nulovou polohu na matnici, případnou malou korekci lze udělat menším knoflíkem na pravém bočnici. V době, kdy se váhy nepoužívají musejí být zaaretovány. Nemají však tzv. pracovní aretaci, to znamená, že břity držáku jsou trvale uloženy v achátových lůžkách. Při neopatrném zacházení, zejména při prudkém postavení nebo rychlém odstranění váženého předmětu z misky vah může dojít k vyhození břitů z achátových lůžek nebo i k jejich poškození. Projeví se to tím, že váha v některé části stupnice začne drhout, případně je vůbec nepohyblivá. Chemikálie neklademe přímo na chromovanou misku a náhodné znečištění misky nebo skříňky vah ihned odstraníme.

**Analytické váhy** jsou nejcitlivější chemické váhy, které váží s přesností na 0.0001g. Používají se v analytických laboratořích pro odvažování velmi malých množství a jsou neobyčejně choulostivé. Jsou vždy umístěny ve skleněné skříňce, neboť již dýchnutí způsobí výchylku ukazatele. Proti otřesům jsou zajištěny stolkem, který je zapuštěn do stěny nebo speciálním stolkem s těžkou mramorovou deskou, který je složen z vlastního stolu, na kterém spočívají váhy, a ze samostojného rámu, o který se vážící opírá. Obvyklé jsou rovnoramenné poloautomatické váhy s tlumenými kyvy nebo jednomiskové torzní váhy. Pomocí závaží nebo řetízku pokládaného na vahadlo pomocí knoflíku vně skříňky se určí první tři desetinná místa, čtvrté se určí přičítáním nebo odečítáním podle polohy ukazatele na stínítku stupnice.

**Digitální váhy** jsou poněkud odolnější a vážení na nich je nekonečně snazší, neboť kromě volby rozsahu a automatického tárování je třeba jen vyčkat, až se ustálí hodnota na display. I k nim je však nutno přistupovat šetrně, krom jiného také proto, že se jejich cena pohybuje v desítkách tisíc. V prvním ročníku se tyto váhy nepoužívají.



## Měření objemu

Objem je fyzikální veličina, jejíž jednotkou v soustavě SI je metr krychlový ( $m^3$ ). V chemii se často používá jednotka tisíckrát menší, decimetr krychlový, který je podle definice totožný s vedlejší jednotkou litr ( $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$ ) a jednotka milionkrát menší, centimetr krychlový ( $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$ ).

K odměřování objemu kapalin používáme :



### Podle způsobu použití rozlišujeme nádoby:

- kalibrované na dolití označené IN, což znamená, že jestliže se nádoba naplní po značku, obsahuje přesně ten objem kapaliny, který je na ní uvedený. Jsou to například odměrné válce nebo odměrné baňky (viz obrázek).
- kalibrované na vylití označené EX, což znamená, že objem označený na nádobě získáme vylitím kapaliny z nádoby naplněné po danou značku. Jsou to například pipety nebo byrety.



Protože kapaliny mění svůj objem v závislosti na teplotě, musíme je před měřením temperovat (zahřát nebo ochladit) na teplotu, při které jsou kalibrovány odměrné nádoby. Obvykle to bývá  $20^\circ\text{C}$ . Tato teplota je na nich také vyznačena

**Odměrné baňky** se používají k přesnému odměřování objemů, pro přípravu zásobních roztoků z navážky vzorku a na přípravu roztoků přesné koncentrace.

Baňky se plní ve svislé poloze pomocí nálevky. Před dolitím kapaliny po značku se nálevka vyjme a zbývající potřebná kapalina se přidává opatrně pipetou. Kapaliny má být tolik, aby se meniskus svým spodním okrajem dotýkal značky, přičemž značka musí být ve výšce očí.

**Odměrné válce** se používají jen na přibližné odměřování kapalin. Nejčastějším materiálem pro jejich výrobu je laboratorní sklo, stále více se však prosazují i plasty, zejména pro jejich mechanickou odolnost. Skleněné odměrné válce při změnách teploty lehce praskají, proto v nich neodměřujeme horké roztoky ani nesmícháváme roztoky (např. neředíme kyselinu sírovou apod.).

**Pipety** jsou kalibrované na určitý objem označený ryskou. Při plnění ponoříme pipetu do kapaliny a nástavcem nasáváme vzduch z pipety, dokud hladina kapaliny nevystoupí nad rysku. Potom z pipety opatrně po kapkách vypustíme tolik kapaliny, aby byl spodní okraj menisku na značce. Obsah pipety necháme potom volně vytéci do připravené nádoby. Pipety nevyfukujeme a nevyplachujeme, neboť jsou podobně jako odměrné válce a byrety kalibrované na výtok.

Nepipetujeme ústy, ale pomocí nástavce k tomu určenému!!!

**Byrety** se používají k přidávání přesného množství kapalin při titracích. Vyrábějí se nejčastěji pro objemy 5 - 100 cm<sup>3</sup> a jsou dělené po 1 cm<sup>3</sup>, který je ještě rozdělený na desetiny. Objem odečítáme s přesností na 0,05 cm<sup>3</sup> (polovina dílku). Jejich dolní konec je opatřen zabroušeným kohoutkem nebo kuličkovým ventilem (ten používáme pro alkalické roztoky, které mohou způsobit "zapékání" skleněného kohoutku). Byrety připravujeme podobně jako pipety, propláchnutím malým množstvím roztoku a zároveň zjistíme, zda nám byreta "nepodtéká", podle potřeby potřebe zábrus uzavíracího kohoutku Ramsayovým tukem. Při měření objemu musí být byrety připevněny ke stojanu svisle a oči musí být ve výšce hladiny.

## Měření hustoty

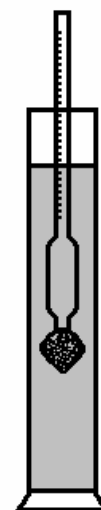
Hustota patří k charakteristickým vlastnostem látek, zejména roztoků. Je dána podílem hmotnosti **m** a objemu **V**

$$\text{hustota} = \frac{\text{hmotnost}}{\text{objem}} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Jednotkou hustoty je kilogram na krychlový metr, často se však používá jednotka gram na krychlový centimetr.

U kapalin, jsou-li k dispozici v dostatečném množství, je možno měřit hustotu **hustoměrem**. Prodávají se obvykle hustoměry pro látky těžší než voda, lehčí než voda a speciální hustoměry kalibrované již v procentuální koncentraci stanovované látky např. lihoměry nebo cukroměry.

Hustoměry jsou duté skleněné trubice na obou koncích zatavené. Spodní část je obvykle rozšířena a dole je zatížena olovem nebo rtuť, často má také vestavěný teploměr. Horní část přechází do dlouhé tenké trubky, která má uvnitř stupnici. Všechna měření pomocí hustoměru se musejí provádět při takové teplotě, při které byl hustoměr kalibrován. Měření pomocí hustoměru je poměrně jednoduché. Měřenou kapalinu nalejeme do dostatečně vysokého válce, temperujeme a pak do ní opatrně ponoříme hustoměr. Při odečítání musí hustoměr volně plavat a nesmí se dotýkat stěn ani dna. Při odečítání musí být oko ve výšce menisku a správný je údaj, který leží v jedné přímce s dolním okrajem menisku.



## Roztoky

### Hmotnostní zlomek

Hmotnostní zlomek  $w$  látky **A** v roztoku je definován jako podíl hmotnosti látky **A** ku celkové hmotnosti roztoku:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m} \quad \begin{array}{l} m(A) - \text{hmotnost látky A} \\ m - \text{hmotnost celého roztoku} \end{array}$$

**Příklad 1:** Vyjádřete hmotnostním zlomkem složení roztoku připraveného rozpuštěním 15 g NaOH ve 105 g vody.

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m} = \frac{15\text{g}}{15\text{g} + 105\text{g}} = 0,125$$

Hmotnostní zlomek hydroxidu sodného v roztoku je 0,125. Roztok obsahuje 12,5%hm. hydroxidu sodného.

**Příklad 2:** Vypočítejte hmotnost jodidu draselného a vody, potřebnou k přípravě 230 g 2,5%hm. roztoku.

$$w(KI) = \frac{m(KI)}{m}$$
$$m(KI) = w(KI) \cdot m = 0,025 \cdot 230\text{g} = 5,75\text{g}$$
$$m(H_2O) = 230\text{g} - 5,75\text{g} = 224,25\text{g}$$

K přípravě 230 g 2,5%hm. roztoku je třeba 5,75 g jodidu draselného a 224,25 g vody.

### Objemový zlomek

Objemový zlomek  $\varphi$  látky **A** je dán podílem objemu látky **A** a objemu celého roztoku.

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V} \quad \begin{array}{l} V(A) - \text{objem látky A} \\ V - \text{objem celého roztoku} \end{array}$$

Pozor ! Celkový objem směsi se obecně nerovná součtu objemů složek před přípravou směsi - smícháním může dojít k objemové expanzi nebo k objemové kontrakci !

## Látková koncentrace

Látková koncentrace  $c$  látky **A** je definována jako podíl látkového množství látky **A** ku objemu roztoku.

$$c(A) = \frac{n(A)}{V}$$

$n(A)$  - látkové množství látky **A** v molech  
 $V$  - objem celého roztoku v  $\text{dm}^3$

Základní jednotkou látkové koncentrace je  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ , vedlejší jednotkou je  $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , v praxi se však častěji používá jednotka  $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ . V praxi se můžete setkat s označením 0.2 M což znamená, že  $c = 0.2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

Jestliže do definičního vztahu pro látkovou koncentraci dosadíme vztah pro látkové množství

$$n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} \quad \text{dostaneme důležitý vztah} \quad c(A) = \frac{m(A)}{M(A) \cdot V}$$

$M$  – molární hmotnost látky **A** v  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $m$  – hmotnost látky v g

**Příklad 1:** Jaká je látková koncentrace roztoku, který obsahuje v  $0,300 \text{ dm}^3$  10,5 g KOH?

$$c(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH}) \cdot V} = \frac{10,5\text{g}}{56,1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,3 \text{ dm}^3}$$
$$c(\text{KOH}) = 0,624 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Látková koncentrace roztoku je  $0,624 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

**Příklad 2:** Jaká hmotnost manganistanu draselného je obsažena v  $15 \text{ cm}^3$  roztoku o koncentraci  $0,05 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ?

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4) \cdot V}$$
$$m(\text{KMnO}_4) = c(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) \cdot V$$
$$m(\text{KMnO}_4) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 158,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,015 \text{ dm}^{-3}$$
$$m(\text{KMnO}_4) = 0,119 \text{ g}$$

V  $15 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{KMnO}_4$  o koncentraci  $0,05 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  je 0,119 g manganistanu draselného.

**Příklad 3:** Kolik  $\text{cm}^3$  roztoku  $\text{FeCl}_3$  o koncentraci  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  je možné připravit rozpuštěním  $0,6 \text{ g}$   $\text{FeCl}_3$  ve vodě?

$$c(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{M(\text{FeCl}_3) \cdot V}$$

$$V = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{M(\text{FeCl}_3) \cdot c(\text{FeCl}_3)} = \frac{0,6 \text{ g}}{0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 162,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$V = 0,037 \text{ dm}^3$$

Rozpuštěním  $0,6 \text{ g}$   $\text{FeCl}_3$  ve vodě je možné připravit  $37 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{FeCl}_3$  o koncentraci  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

**Příklad 4:** Jaká je látková koncentrace 10%hm. roztoku kyseliny chlorovodíkové, jestliže jeho hustota je  $1,047 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ?

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V} \qquad m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \cdot m(\text{roztoku})$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho \cdot V}{M(\text{HCl}) \cdot V} = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho}{M(\text{HCl})}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,10 \cdot 1047 \text{ g} \cdot \text{dm}^3}{36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,87 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

10%hm. roztok  $\text{HCl}$  má látkovou koncentraci  $2,87 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

**Příklad 5:** Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku kyseliny dusičné ( $c = 5,62 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), jehož hustota je  $1,180 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

$$M(\text{HNO}_3) = 63,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m} \qquad m(\text{HNO}_3) = c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V}{\rho \cdot V} = \frac{c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3)}{\rho}$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{5,62 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 63,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1180 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,30$$

Hmotnostní zlomek kyseliny dusičné je  $0,30$ .

**Příklad 6:** Kolik  $\text{cm}^3$  36%hm. kyseliny chlorovodíkové je třeba na přípravu  $500 \text{ cm}^3$  roztoku o látkové koncentraci  $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ?

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \rho(36\%) = 1,179 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

a) Nejdříve vypočítáme hmotnost HCl v připravovaném roztoku:

$$m(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) \cdot V$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 1,82 \text{ g}$$

b) Vypočtená hmotnost je hmotností 100%hm. kyseliny. My však máme k dispozici 36%hm. kyselinu, proto musíme provést přepočet:

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m}$$

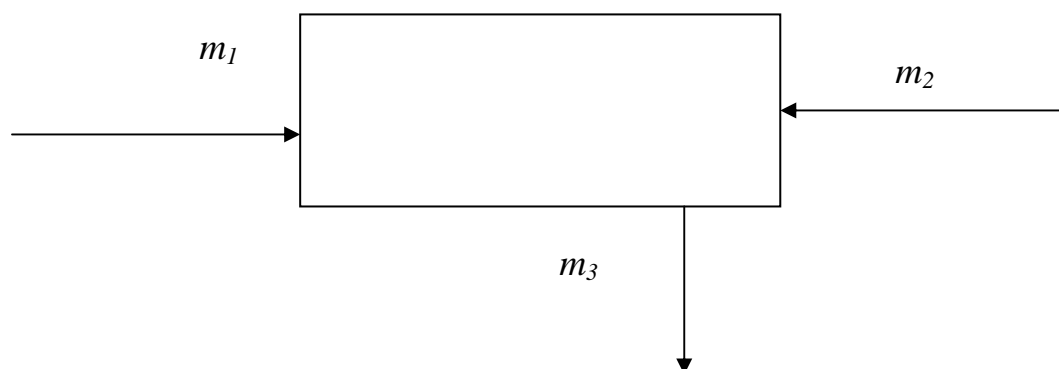
$$m = \frac{m(\text{HCl})}{w(\text{HCl})} = \frac{1,82 \text{ g}}{0,36} = 5,05 \text{ g}$$

c) Vypočtenou hmotnost roztoku přepočteme na objem:

$$V = \frac{5,05 \text{ g}}{1,179 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 4,29 \text{ cm}^3$$

Na přípravu  $500 \text{ cm}^3$  kyseliny chlorovodíkové o koncentraci  $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  je třeba  $4,29 \text{ cm}^3$  36%hm. HCl.

### Směšování a ředění roztoků



**Směšovací rovnice** – vyplývá z hmotnostní bilance přípravy roztoku 3 z roztoku 1 a 2 :

**Celková bilance**

$$m_1 + m_2 = m_3$$

**Bilance složky A**

$$m_1 w_1(A) + m_2 w_2(A) = (m_1 + m_2) \cdot w_3(A)$$

kde A je rozpuštěná látka

**Příklad 1:** Jakou hmotnost 5%hm. roztoku NaCl potřebujeme, abychom jeho smísením s 35%hm. roztokem NaCl o hmotnosti 22 g získali 25%hm. roztok?

$$m_1 \cdot 0,05 + 22 \text{ g} \cdot 0,35 = (m_1 + 22 \text{ g}) \cdot 0,25$$
$$m_1 = 11 \text{ g}$$

Potřebujeme 11 g 5%hm. roztoku chloridu sodného.

**Zředovací rovnice**

$$m_1 w_1(A) = (m_1 + m_2) \cdot w(A)$$

$m_2$  - hmotnost rozpouštědla

A - rozpuštěná látka

**Příklad 2:** 20 g 36%hm. kyseliny chlorovodíkové ředíme vodou o hmotnosti 100 g. Jaký je hmotnostní zlomek HCl ve výsledném roztoku?

Dosadíme do zředovací rovnice a vypočteme:

$$20 \text{ g} \cdot 0,36 = (20 \text{ g} + 100 \text{ g})w$$
$$w = 0,06$$

Výsledný roztok obsahuje 6%hm. HCl.

**Příprava nasyceného roztoku**

Při rozpouštění tuhé látky v rozpouštědle lze dosáhnout stavu, kdy se již další množství látky nerozpouští, pokud se nezmění teplota. V takové soustavě je v rovnováze tuhá látka a její nasycený roztok. Maximální množství látky, které se za dané teploty rozpustí v určitém množství rozpouštědla, označujeme rozpustností. Rozpustnost bývá dána různým způsobem, v tomto učebním textu uvedeme způsoby dva:

- 1) gramy rozpuštěné látky ve 100 g rozpouštědla
- 2) hmotnostní zlomek rozpuštěné látky v nasyceném roztoku

Hmotnostní zlomek rozpuštěné látky v nasyceném roztoku vypočítáme snadno z údaje o rozpustnosti 1)

$$w(R) = \frac{m(R)}{100 + m(R)}$$

R – rozpouštěná látka  
m(R) – rozpustnost ve 100 g rozpouštědla  
(v tabulkách značeno např.  $m_{\text{vaq}}^{20}$ , kde 20 je teplota ve °C, vaq znamená rozpouštění ve vodě)

**Příklad 1:** Připravte 1200 g nasyceného roztoku KCl při 20°C. Kolik gramů KCl je třeba ?

Údaj z tabulek: rozpustnost  $m_{\text{vaq}}^{20} = 34,19$  znamená rozpustnost ve 100g vody (vaq) při 20°C.

Hmotnostní zlomek vypočteme ze vztahu  $w(\text{KCl}) = \frac{34,19}{100 + 34,19} = 0,255$

Z definice hmotnostního zlomku vypočteme hmotnost KCl

$$m(\text{KCl}) = w(\text{KCl}) \cdot m = 0,255 \cdot 1200 = 306 \text{ g}$$

Na přípravu 1200 g nasyceného roztoku KCl při 20°C je třeba 306 g KCl a 894 g vody.

Pokud byl roztok připraven z hydrátu, potom se musí hmotnost hydrátu přepočítat na hmotnost bezvodé látky. Hmotnostní zlomek bezvodé látky v nasyceném roztoku je

$$w(\text{bezv.}) = \frac{m(\text{hydrát})}{100 + m(\text{hydrát})} \cdot \frac{M(\text{bezv.})}{M(\text{hydrát})}$$

Takto lze přepočítat rozpustnost pro bezvodé látky a hydráty.

**Příklad 2:** Připravte 500 g nasyceného roztoku chloridu kobaltnatého při 20°C. K dispozici máte hexahydrát chloridu kobaltnatého. Kolik gramů hydrátu a kolik g vody je třeba na přípravu tohoto roztoku ?

Údaj z tabulek - rozpustnost pro hydrát !!!!  $m_{\text{vaq}}^{20} = 171,03 \text{ g} / 100\text{g vody}$   
pro bezvodý  $m_{\text{vaq}}^{20} = 52,90 \text{ g} / 100\text{g vody}$

- a) Pokud je známý údaj rozpustnosti hydrátu, je možno počítat přímo jako u látek bez krystalové vody.

Hmotnostní zlomek vypočteme ze vztahu  $w(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{171,03}{100 + 171,03} = 0,631$

Z definice hmotnostního zlomku vypočteme hmotnost  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

$$m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = w(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \cdot m = 0,631 \cdot 500 = 316 \text{ g}$$



Na přípravu 500 g nasyceného roztoku  $\text{CoCl}_2$  při  $20^\circ\text{C}$  je třeba 316 g  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  a 184 g vody.

b) Máme pouze údaj pro bezvodou látku, navažovat budeme hydrát.

Hmotnostní zlomek vypočteme ze vztahu  $w(\text{CoCl}_2) = \frac{52,9}{100 + 52,9} = 0,346$

Z definice hmotnostního zlomku vypočteme hmotnost  $\text{CoCl}_2$

$$m(\text{CoCl}_2) = w(\text{CoCl}_2) \cdot m = 0,346 \cdot 500 = 172,99 \text{ g}$$

a přepočteme na hydrát  $m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CoCl}_2) \cdot M(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CoCl}_2)} = 317 \text{ g}$

Výsledek se liší o 1 g, což je způsobeno zaokrouhlováním při výpočtech a přesností údaje o rozpustnosti.

c) Přepočteme rozpustnost bezvodé látky na rozpustnost hydrátu a počítáme dále jako a)

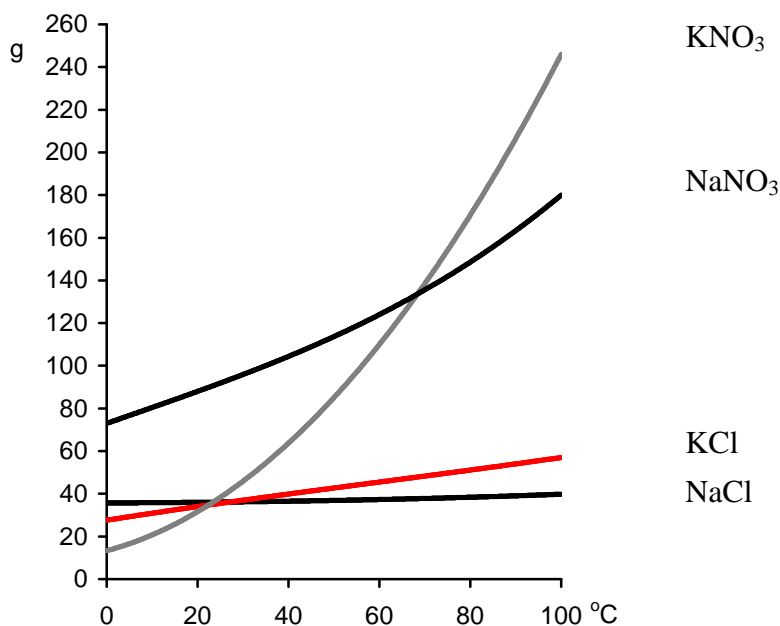
$$w(\text{bezv.}) = \frac{r(\text{hydrát})}{100 + r(\text{hydrát})} \cdot \frac{M(\text{bezv.})}{M(\text{hydrát})}$$

## Nasycené roztoky

Nasycené roztoky jsou roztoky, v nichž se za dané teploty ustaví rovnováha mezi rozpouštěním dané složky v roztoku a jejím vylučováním z roztoku (tj. rychlost rozpouštění a rychlost vylučování jsou stejné). Nebo zjednodušeně řečeno, roztoky, v nichž se již za dané teploty přidaná rozpouštěná složka dále nerozpouští, se nazývají nasycené roztoky. Zárukou nasycenosti je nerozpouštěný zbytek látky na dně nádoby. Poklesem teploty dochází obvykle po určité době k vylučování rozpouštěné látky a naopak zvyšováním teploty k jejímu dalšímu rozpouštění. Nejčastěji se nasycené roztoky užívají při dělení a čištění látek krystalizací.

Potřebné údaje k jejich přípravě se získávají buď z chemických tabulek nebo z křivek rozpustnosti. V obou případech je poměr rozpouštěné látky k rozpouštědлу za dané teploty vyjadřován v gramech rozpouštěné látky na 100 g rozpouštědla nebo na 100 g roztoku.

Závislost rozpustnosti (vyjádřené v g rozpuštěné látky na 100 g rozpouštědla) na teplotě (ve °C)



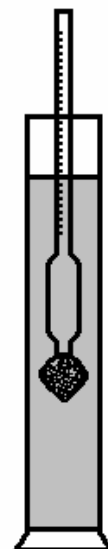
Úloha č. 1

### Příprava roztoků a měření hustoty

Připravte 120 g roztoku zadané koncentrace, u laboratorního stolu spojte všechny připravené roztoky (o stejné koncentraci) do odměrného válce a změřte hustotu. Výsledek porovnejte s tabelovanou hodnotou, jestliže je uvedena. Jak závisí hustota kapalin na koncentraci. Zapište si údaje o měření hustoty v laboratoři a vytvořte graf závislosti hustoty na koncentraci látky.

#### Jak změříme hustotu kapalin?

Do válce s kapalinou opatrně zasuneme hustoměr tak, aby se nedotýkal stěn nádoby. Po ustálení odečteme na stupnici údaj o hustotě dané kapaliny.



Úloha č. 2

## Příprava a ředění roztoků

Při přípravě molárních roztoků vycházíme ze vztahu:

$$c(A) = \frac{m(A)}{M(A) \cdot V}$$

Z tohoto vztahu vyjádříme hmotnost látky potřebnou pro přípravu roztoku dané koncentrace:

$$m(A) = c(A) \cdot M(A) \cdot V$$

Při ředění vodou se látkové množství látky rozpuštěné v roztoku nemění, proto platí vztah:

$$c \cdot V = c_x \cdot V_x$$

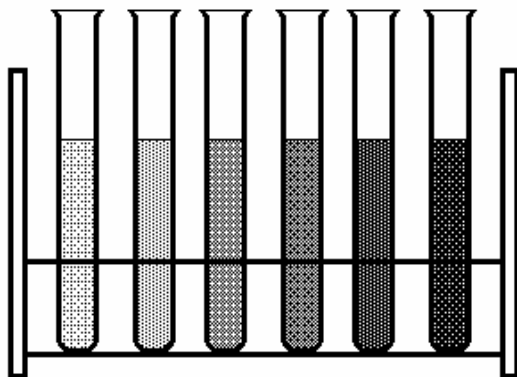
$c$  - látková koncentrace výchozího roztoku

$V$  - objem výchozího roztoku

$c_x$  - látková koncentrace připravovaného roztoku

$V_x$  - objem připravovaného roztoku

- Vypočítejte hmotnost pentahydrátu síranu měďnatého potřebnou k přípravě 100 ml roztoku o koncentraci  $0,4 \text{ mol.l}^{-1}$ .
- Vypočítané množství navažte a rozpusťte v kádince v 50 ml destilované vody.
- Roztok převed'te kvantitativně do odměrné baňky, doplňte destilovanou vodou do  $3/4$  objemu baňky a důkladně promíchejte. Pak doplňte destilovanou vodou přesně na objem 100 ml a znovu promíchejte.
- Z takto připraveného roztoku připravte sadu roztoků o koncentracích 0,3; 0,1; 0,08; 0,06; 0,04  $\text{mol.l}^{-1}$ . Odměřte do připravených čistých zkumavek vypočtené objemy a doplňte vodou na 10 ml (kapátkem).



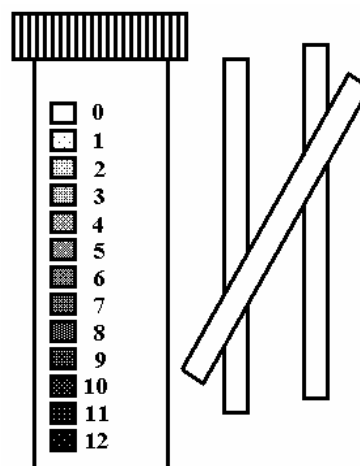
e) Roztoky ve zkumavkách promíchejte.

f) Popište, jak pomocí kolorimetrické stupnice určíte neznámou koncentraci roztoku pentahydrátu síranu měďnatého (metoda se nazývá kolorimetrie).

### Úloha č. 3

## Praktické určení kyselosti a zásaditosti roztoků

- a) Do tří zkumavek nalijte po 2 ml zředěného roztoku (asi 1%) kyseliny chlorovodíkové, hydroxidu sodného a uhličitanu sodného. Do čtvrté zkumavky dejte destilovanou vodu. Do každé přidejte 3 kapky indikátoru fenolftalein a po promíchání si zapište zbarvení. Máte-li dost zkumavek, ponechte je v uvedeném pořadí ve stojanu. Totéž proveďte s methylovou oranží a dalšími indikátory, které máte k dispozici. Sestavte tabulku zbarvení roztoků použitými indikátory v obecném pojetí: v prostředí kyseliny, v prostředí zásady a v neutrálním prostředí (ve vodě).
- b) Podobně vyzkoušejte reakce všech látek na indikátorovém papírku (lakmusovém, fenolftaleinovém a na univerzálním indikátorovém papírku) tak, že na něj **tyčinkou** nanese kapku příslušné kapaliny. U univerzálního indikátorového papírku si poznačte vedle zbarvení i hodnotu pH.
- c) Změřte pH dalších vzorků – např. limonáda, džus, Coca-cola, minerálka, ocet aj.



## Krystalizace

Krystalizace je vylučování tuhé látky z roztoku nebo taveniny. Je jednou z nejpoužívanějších metod přípravy čistých látek v laboratoři. Krystalizace látky z roztoku je způsobena snížením její rozpustnosti, které se dosáhne:

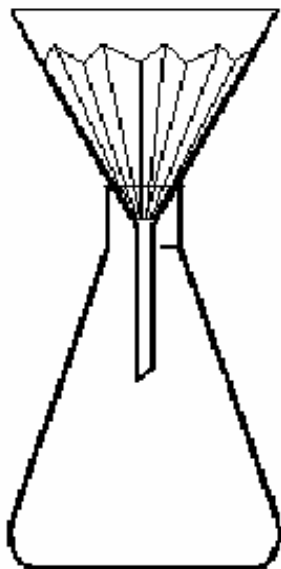
- volným odpařováním rozpouštědla za laboratorní teploty – **volná krystalizace**
- ochlazením nasyceného roztoku připraveného při vyšší teplotě na teplotu nižší – **rušená krystalizace**
- přidáním druhého rozpouštědla, ve kterém je látka málo rozpustná

## Filtrace

Filtrace je oddělování dvou fází pomocí propustného materiálu, který dovoluje průchod pouze jedné z nich. Filtraci lze provést s použitím filtrační, rychlofiltrační nebo Büchnerovy nálevky. Jako filtrační materiál se používá filtrační papír, vata nebo různé sítky (látkové, plastové, kovové) podle charakteru a množství filtrované látky. V některých případech se k filtraci používá nuč se skleněnou filtrační vložkou (fritou).

#### Úloha č. 4

### Volná krystalizace



Z tabelované hodnoty rozpustnosti při 20°C vypočtete potřebné množství vody k zadanému množství soli, určené ke krystalizaci. Připravte nasycený roztok, pro urychlení rozpouštění můžete směs mírně zahřát. Roztok přefiltrujte přes řádně složený filtrační papír a žebrovanou nálevku. Filtrát nalijte do krystalizační misky a nechte volně odpařovat, dokud nevzniknou krystaly. Krystaly můžete pěstovat celý školní rok, je třeba vybrat vhodné pro naočkování a doplňovat nasycený roztok, aby krystal mohl růst.

#### Úloha č. 5

### Rušená krystalizace

10 g technického síranu měďnatého rozpustíte ve vypočteném objemu vody, aby po zahřátí na 50°C vznikl nasycený roztok. Za horka jej přefiltrujte do Erlenmayerovy baňky a znovu zahřejte, dokud není zahuštěný ke krystalizaci. O tom, jestli je roztok opravdu zahuštěný se můžete přesvědčit ponořením tyčinky do roztoku a následném ochlazení na vzduchu. Jestliže se tvoří na tyčince krystalky – je roztok připraven správně. Pokud se krystaly netvoří, je třeba odpařit rozpouštědlo a zkoušku provést znovu. Zahuštěný roztok podrobte rušené krystalizaci ochlazením ve studené vodě. Krystaly odsajte na Büchnerově nálevce, vysušte, zvažte a odezdejte jako řádný preparát (viz níže). Matečný roztok po rušené krystalizaci můžete povařením opět zahustit a opakovat další rušenou krystalizaci, zvýšíte tak praktický výtěžek krystalizace.

### Práce s plyny

Laboratorní pokusy s plyny vyžadují odlišné laboratorní zařízení a jiné pracovní metody než práce s kapalnými nebo tuhými látkami. Hlavní fyzikální vlastnost, která podmiňuje tuto zvláštnost, je přirozená rozpínavost plynů. Plyny nemají stálý tvar, ani nezaujímají stálý objem.

Jejich chování a reakce závisí na druhu plynu, na stavových podmínkách (teplotě, tlaku, objemu) a na chemické reaktivitě. Při práci s plyny a při výpočtech, které jsou k této činnosti potřebné, se vychází ze základních fyzikálních zákonů o plynech a z chemických rovnic. K usnadnění výpočtů se většinou v úlohách laboratorního cvičení 1. roč. místo skutečných podmínek uvažují tzv. normální podmínky. Předpokládá se, jako by děje probíhaly při teplotě 0°C a tlaku 101 kPa. Za takového stavu zaujímá 1 mol kteréhokoliv plynu přibližně objem 22,41 dm<sup>3</sup> (tato hodnota platí přesně jen pro ideálně se chovající plyn, hodnoty molárního objemu všech reálných plynů se od této hodnoty více či méně liší, při našich výpočtech však můžeme tento rozdíl zanedbat a počítat s hodnotou  $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Tímto zjednodušením jsou dosahované výsledky jen přibližné, ale zpravidla pro běžné laboratorní účely postačující. Podrobněji se seznámíte s teorií o plynech ve fyzice a fyzikální chemii.

Úloha č. 6

### **Příprava vodíku reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou**

Do zkumavky upevněné na stojanu vsypte 0,1 až 0,2 g zinkových hoblin nebo jemně zrněného zinku. Přidejte roztok kyseliny chlorovodíkové ( v poměru HCl : H<sub>2</sub>O = 1 : 1). Po určité době lze trubice vyrobený vodík zapálit (tzv. „štěkne“).

Při práci s vodíkem je třeba mít vždy ochranný štít a při výrobě větších množství pracovat v dobře táhnoucí digestoři.

Úloha č. 7

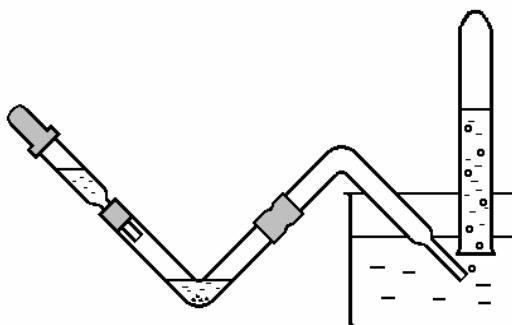
### **Příprava a důkaz kyslíku**

- Do zkumavky zasuňte špejli se žhnoucím koncem.
- Do zkumavky se nalijte 5 ml 3% roztoku peroxidu vodíku a zkoušku se žhnoucí špejlí opakujte.
- Do zkumavky s peroxidem vodíku přidejte oxid manganičitý (0,05g) a směs promíchejte. Po 2 – 5 minutách opět proveďte zkoušku se žhnoucí špejlí.

### Úloha č. 8

#### **Příprava amoniaku reakcí chloridu amonného s roztokem hydroxidu sodného**

Reakci se proveďte v semimikroměřítku. Na 0,1 g chloridu amonného přikapávejte 40% ní roztok hydroxidu sodného. O přítomnosti  $\text{NH}_3$  se přesvědčete

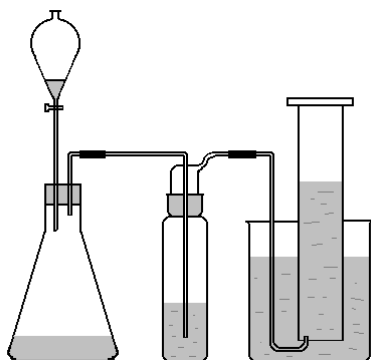


- ovlhčeným univerzálním indikátorovým papírkem
- přiblížením tyčinky ovlhčené v koncentrované kyselině chlorovodíkové
- zavedením do roztoku síranu měďnatého.

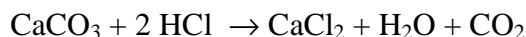
Úlohu lze provést i jednoduchým způsobem – smícháním chloridu amonného s roztokem hydroxidu sodného ve zkumavce. Důkaz amoniaku se provede přiblížením navlhčeného indikátorového papírku.

### Úloha č. 9

#### **Příprava oxidu uhličitého a jeho reakce**



Oxid uhličitý je možno získat působením kyseliny chlorovodíkové na uhličitan vápenatý:



Reakce probíhá zcela samovolně při styku obou látek. Lze ji s výhodou provádět v Kippově přístroji, kde je možné vznik  $\text{CO}_2$  plynule regulovat. Rovnoměrnost vývoje se rovněž dosáhne přiměřeně zředěnou kyselinou. Vznikající plyn však s sebou strhává z vyvíjecího přístroje  $\text{HCl}$ , který lze snadno zachytit v promývačce s vodou. Pokud je třeba připravit suchý  $\text{CO}_2$ , vede se dál promývačkou s koncentrovanou kyselinou sírovou.

Prostudujte předpis a sestavte aparaturu až po provedených výpočtech:

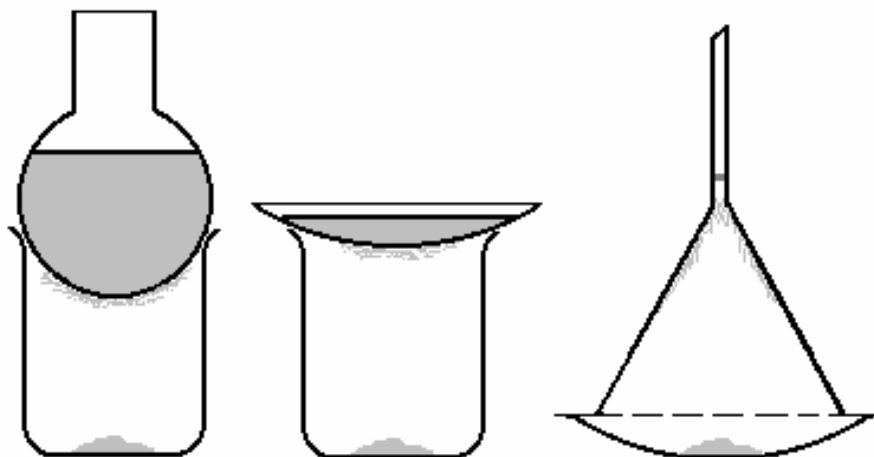
- Jaký objem 100% kyseliny chlorovodíkové je třeba k rozkladu 0,25 molu  $\text{CaCO}_3$ ?
- Přepočítejte objem 100% kyseliny chlorovodíkové na odpovídající objem kyseliny chlorovodíkové, která je k dispozici (např. 36%).
- Jaký objem  $\text{CO}_2$  získáte rozkladem 0,25 molu  $\text{CaCO}_3$  kyselinou chlorovodíkovou?

Do vyvíjecí baňky opatřené dělicí nálevkou dejte potřebné množství mramoru, tj. 0,25 molu  $\text{CaCO}_3$ , a připojte za sebou hadičkami promývačku s vodou (případně promývačku s koncentrovanou kyselinou sírovou). Trubička promývaček by měla zasahovat 1 až 2 cm pod hladinu vody a kyseliny sírové. Pak nalijte do dělicí nálevky vyvíjecí soustavy zředěnou kyselinu chlorovodíkovou (v poměru 1 : 1) a otevřením kohoutu se přesvědčete o správném chodu aparatury. Nezapomeňte prověřit funkčnost dělicí nálevky a zařadit promývačku správným směrem.

- a) Naplňte připravený válec oxidem uhličitým tak, že  $\text{CO}_2$  zavedete z vyvíjecího přístroje na jeho dno. Po naplnění do něj postupně vložte hořící špejli, na drátu nebo v laboratorních kleštích zapálený chomáček vaty namočený v lihu, případně malou zapálenou svíčku na spalovací lžici. Pokud jste uvedené hořící látky vsunuli do válce opatrně, aby se nerozvířil  $\text{CO}_2$ , a pokud byl válec skutečně naplněn  $\text{CO}_2$ , všechny v jeho prostředí zhasnou. Pak do válce spusťte hořící hořčikovou pásku, kterou máte připravenou na drátu nebo držíte v laboratorních kleštích. Hořčík zcela shoří i v atmosféře  $\text{CO}_2$ . Podle vzhledu se můžete přesvědčit o získaných produktech - vznikl černý uhlík a bílý oxid hořečnatý. Hořčík tedy redukuje  $\text{CO}_2$  až na uhlík, první tři látky tuto vlastnost neměly.
- b) Do tří zkumavek nalijte po 2 ml roztoku  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CoCl}_2$  a  $\text{NiCl}_2$ , všechny o koncentraci  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ . Všimněte si jejich zbarvení. Do každé zkumavky přidejte 3 kapky roztoku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o koncentraci  $1 \text{ mol.l}^{-1}$ . Vyloučí se příslušné ve vodě nerozpustné uhličitany. Vzniklé sraženiny přefiltrujte. Propíchněte střed filtračního papíru a vodou spláchněte do zkumavek asi po 2 ml suspenze těchto sraženin. Postupně vždy rozdělte každou suspenzi na dva stejné díly a zkumavky s látkami označte A a B. Do zkumavek A přidejte kyselinu chlorovodíkovou (zředěnou v poměru 1 : 1) a pozorujte reakce sraženin. Do zkumavek označených B zavádějte z vyvíjecí aparatury  $\text{CO}_2$ , až se sraženiny rozpustí na hydrogenuhličitany. Zkuste některý z čirých roztoků povařit.



## Sublimace



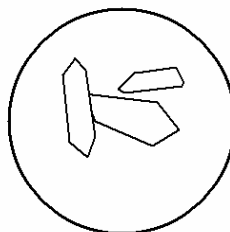
Přímý přechod látek ze skupenství tuhého do skupenství plynného se nazývá sublimace. Této změny skupenství lze dosáhnout buď snížením tlaku nad látkou, nebo u některých látek za běžného tlaku zvýšením teploty. V laboratoři se této vlastnosti obvykle využívá při dělení směsí tuhých látek tak, že sublimující látka se převede za běžného atmosférického tlaku zahřátím na páry, které se po ochlazení znovu vrátí do tuhého skupenství.

Úloha č. 10

### Sublimace chloridu amonného

Podle pokynů vyučujícího sestavte některou aparaturu pro sublimaci. Přesublimujte chlorid amonný (event. jinou určenou látku - kyselinu salicylovou, kyselinu benzoovou, naftalen, tein z čaje). Látku zahřívejte zpočátku velmi pomalu bez kondenzační baňky, kterou nasadíte teprve při zřetelné sublimaci, aby se mohla voda v první fázi volně vypařit. Rovněž chladicí voda v kondenzačním zařízení má být zpočátku teplejší, její teplotu snižujte až po počátečním nárůstu krystalů.

## Mikrokrystaloskopie



Úloha č. 11

### Stříbro jako dichroman stříbrný

Na podložní sklíčko naneste kapku 1%ního roztoku  $\text{AgNO}_3$ . Vedle naneste kapku koncentrované kyseliny dusičné. Obě kapky spojte vláknem a promíchejte. Naberte do pipetky a přeneste na jiné podložní sklíčko. Vlhkým skleněným vláknem přidejte krystal dichromanu draselného. Pozorujte při zvětšení 36x až 120x. Preparát zakreslete a zapište příslušnou rovnici. Vznikají červené triklinické krystalky dichromanu stříbrného.

### Důkaz přítomnosti stříbra ve sloučenině

Na podložní sklíčko naneste kapku 1%ního roztoku  $\text{AgNO}_3$ . Skleněným vláknem přidejte štěpinu mědi. Ihned pozorujte. Preparát zakreslete a zapište příslušnou rovnici. Narůstají stromečkovitě se větvící útvary krystalického elementárního stříbra.

### Stříbrné soli monokarboxylových kyselin

Na podložní sklíčko naneste kapku silně zředěného roztoku vzorku některé monokarboxylové kyseliny. Přidejte kapku roztoku  $\text{AgNO}_3$  v ethanolu. Vzniklé krystaly pozorujte. Preparát zakreslete a zapište příslušnou reakci. Rychle narůstající krystaly tvoří charakteristické kostrovité útvary.

### Stříbro jako chlorid stříbrný

Na podložní sklíčko naneste kapku 1%ního roztoku dusičnanu stříbrného. Kapku na podložním sklíčku zahřejte asi na 60 až 80°C tak, že sklíčko na okamžik podržíte nad plamenem lihového kahanu. Pak přidejte malou kapku 3%ní  $\text{HCl}$ . Kapku na sklíčku dobře promíchejte skleněným vláknem. Po usazení sraženiny odsajte kapalinu opatrným přiložením proužku filtračního papíru k okraji kapky. Pak přidejte kapku destilované vody, promíchejte a kapalinu opět odsajte. Pak přidejte ke sraženině kapku 20%ního roztoku amoniaku, promíchejte tak, aby se sraženina úplně rozpustila. Ihned přikryjte malým hodinovým sklíčkem tak, aby trochu přesahovalo přes okraj podložního sklíčka. Přikrytím se zpomalí odpařování amoniaku, takže chlorid stříbrný vykristaluje v dostatečně velkých krystalech. Po 10 minutách hodinové sklíčko sejměte a pozorujte preparát při celkovém zvětšení 120x. Malé krystalky se v procházejícím světle jeví téměř černé, větší mají ostře viditelné hrany.

### Kyselina mléčná jako mléčnan zinečnatý

Na podložní sklíčko naneste kapku 1%ního roztoku kyseliny mléčné. Přidejte krystal uhličitanu zinečnatého. Promíchejte a nechte asi 10 minut stát. Preparát zakreslete a zapište příslušnou reakci. Vylučují se bezbarvé ježkovité shluky trihydrátu mléčnanu zinečnatého.

### Vápník jako síran vápenatý

Na podložní sklíčko naneste kapku roztoku vápenaté soli a vedle ní kapku zředěné kyseliny sírové a obě kapky spojte, promíchejte, přeneste na čisté podložní sklíčko a opatrně zahřejte. Po chvíli začnou narůstat typické bezbarvé útvary, složené z jednodlonných krystalků sádrovce – tzv. „vlaš'ovčí ocásky“, dobře viditelné teprve při větším zvětšení.

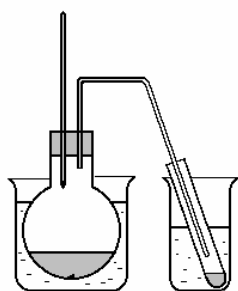
### Olovo jako jodid olovnatý

Na podložní sklíčko naneste kapku 1%ního roztoku dusičnanu olovnatého. Na okraj kapky přidejte krystalek KI. Kapku promíchejte a pozorujte. Preparát zakreslete a zapište příslušnou reakci. Vyloučí se žluté čtyřstěny s otupenými rohy i větší šestiboké destičky jodidu olovnatého. V přebytku jodidu draselného se krystalky opět rozpustí na komplexní tetrajodoolovnatán draselný, který postupně, jak ubývá rozpouštědla, krystaluje v bezbarvých jehlicovitých krystalech.

### Stroncium jako chroman strontnatý

Na podložní sklíčko naneste větší kapku 1%ního roztoku dusičnanu strontnatého. Kapku na podložním sklíčku pomalu odpařujte tak dlouho, až na jejím okraji začne krystalovat dusičnan strontnatý. Pak přidejte mikropipetkou do středu kapky malou kapku roztoku chromanu draselného. Na okrajích kapky se ihned začnou tvořit žluté krystalky chromanu strontnatého, sdružující se do charakteristických svazečků.

## Destilace



Obr. č. 1

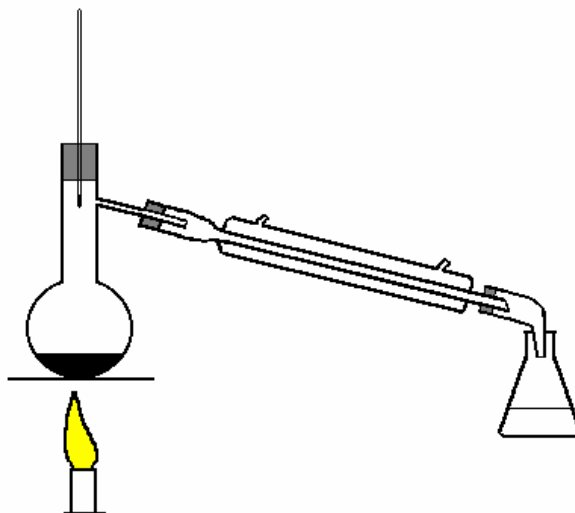
Destilací se rozumí dělicí a čistící metoda založená na rozdělávání směsí varem. Těkavější složka snadněji dosáhne plynného skupenství a lze ji tak oddělit od složky méně těkavé. Využití destilace v laboratoři může být rozdílné. Někdy se požadovaná látka ze směsi oddestiluje, jindy se oddestiluje např. rozpouštědlo a hlavní produkt zůstane v destilační baňce, nebo se směs destilací dělí podle rozdílných bodů varu složek na jednotlivé čisté podíly (frakce). K pochopení principu destilace a k dělení malého množství látek lze také použít destilační semimikroaparaturu viz obr. č. 1.

Pro bezpečnou destilaci platí: čím je destilační nádoba menší, tím opatrněji se musí zahřívat. Aby nedocházelo k utajenému varu, je třeba vždy vložit do destilační baňky varné kamínky (skleněné kuličky, nalámané kapiláry apod.). Destilační baňka se plní kapalinou nejvýše do poloviny jejího objemu.

Úloha č. 12

## Příprava destilované vody

Běžná pitná voda obsahuje různé anorganické i organické látky, které lze destilací odstranit. V následujícím pokusu je sledování účinnosti destilace záměrně zvýrazněno tím, že se před jejím provedením přidá do 150 ml pitné vody asi 0,1 g chloridu draselného a 0,1 g síranu draselného.



Obr. č. 2

Sestavte aparaturu (viz obr. č. 2) z frakční baňky o objemu 250 ml a Liebigova chladiče. Do frakční baňky odměřte 100 ml připravené vody (s dodaným obsahem solí), přidejte několik varných kamínků a několik kapek roztoku manganistanu draselného. Pak zasuňte teploměr se zátkou do frakční baňky tak, aby jeho spodní konec se rtutí dosahoval do výše postranní trubice. Přesvědčete se o správném zapojení chladiče a pozvolném průchodu chladicí vody. Baňku pak rovnoměrně zahřívejte na síťce a sledujte vzrůst teploty v minutových intervalech. Její hodnoty zapisujte. Rychlost destilace regulujte plamenem na 1 až 2 kapky destilátu za sekundu. Získané údaje sestavte do tabulky a sestrojte graf závislosti teploty  $t$  (ve  $^{\circ}\text{C}$ ) na čase  $\tau$  (v min). Jakou barevnou změnu pozorujete?

Zjišťování účinnosti destilace zkouškami na obsah síranů a chloridů v původní vodě:

- Do zkumavky s 2 ml původní vody přidejte několik kapek roztoku  $\text{BaCl}_2$  o koncentraci  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  - bílá sraženina  $\text{BaSO}_4$  je důkazem přítomnosti síranů.
- Do další zkumavky s 2 ml původní vody přidejte několik kapek roztoku  $\text{AgNO}_3$  o koncentraci  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  - vyloučený bílý zákal  $\text{AgCl}$  prozrazuje přítomnost chloridů.
- Obě zkoušky proveďte s předdestilovanou vodou a výsledky srovnajte.

## **Chemie a PC**

Do laboratorních cvičení v prvním ročníku je zařazeno i zpracování dat na PC a využití ICT v chemii.

**I. cvičení** – textový editor, tabulkový editor, jednoduchý graf

- a) hlavička protokolu
- b) obsah protokolu – viz str.6
- c) zpracování dat – tabulka, graf, aparatura – program ChemSketch ke stažení free na <http://www.acdlabs.co.uk/>
- d) vkládání obrázků, formáty obrázků

### **II. cvičení**

- a) internet – získání dat a obrázků, prohlížeče, data pro chemické látky, rozcestníky např. <http://korchem.mssch.cz/odkazy.html>
- b) školní webové stránky – orientace, studijní materiály
- c) klasifikace látek, toxikologické vlastnosti látek
- d) virtuální laboratoř

### **III. cvičení**

Prezentace chemického prvku nebo sloučeniny z hlediska nebezpečnosti, viz program ekogramotnost na <http://kev.mssch.cz/ekovyuka.html>

### **IV. cvičení**

Grafické programy pro kreslení molekul a získání dalších informací – vzdálenost atomů, úhel mezi atomy, název...

ChemSketch, ISIS Draw, Chemoffice