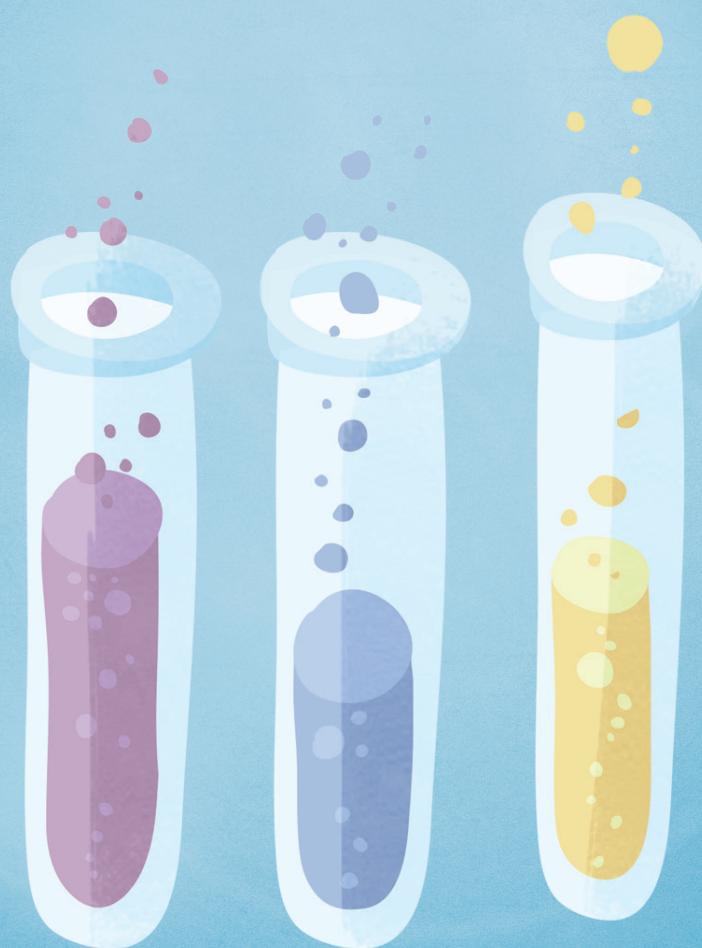


CHEMIE

# CHEMICKÉ VÝPOČTY



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

**OTEVŘENÁ VĚDA**

AKADEMIE VĚD ČR



# Úvodní list

<b>Předmět:</b>	Chemie
<b>Cílová skupina:</b>	1. ročník SŠ
<b>Délka trvání:</b>	90 min.
<b>Název hodiny:</b>	Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice
<b>Výukový celek:</b>	Chemické výpočty
<b>Vzdělávací oblast v RVP:</b>	Člověk a příroda
<b>Průřezová témata:</b>	<u>Multikulturní výchova</u> – Práce ve dvojicích i ve skupinách pomáhá při začleňování žáků minoritních skupin do majoritní společnosti, rozvoj empatie a tolerance k jiným etnikům. <u>Výchova demokratického občana</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, výsledky pozorování, schopnost argumentace a obhajoba vlastního názoru. <u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách
<b>Mezipředmětové vztahy:</b>	Fyzika – složení atomu, vedení el. proudu v kovech, základní poznatky molekulové fyziky a termodynamiky. Matematika – vyjadřování neznámé ze vzorce.
<b>Výukové metody:</b>	Výklad, samostatná práce, žákovský experiment, práce s textem.
<b>Organizační formy výuky:</b>	Frontální, skupinová, individuální.
<b>Vstupní předpoklady:</b>	Žák rozumí pojmu látkové množství. Dovede vyjádřit neznámou ze vzorce. Rozumí pojům koncentrace, stechiometrie reakce. Žák dovede tyto pojmy slovně popsat a ověřit žákovským experimentem.
<b>Očekávané výstupy:</b>	Žák rozumí veličině molární hmotnost a umí jej svými slovy vysvětlit a uvést její význam pro chemii. Žák pochopí či si upevní význam pojmu koncentrace a stechiometrie reakce.
<b>Výukové cíle:</b>	Žák dovede provést jednoduchý experiment pro vysvětlení veličiny molární hmotnost.
<b>Klíčové kompetence:</b>	<u>Kompetence k učení:</u> Žák se učí, aby pochopil význam daných pojmu pro řešení daného problému a aby mohl propojit poznatky s ději v běžném životě (hmotnost 1 molu kuchyňské



soli, cukru, koncentrace roztoku soli, sůl v slzách, reakce látek, aby mohl provést vyčíslení chemické reakce).

Kompetence k řešení problémů: Žák se učí porozumět danému problému (co vyjadřuje molární hmotnost, koncentrace, stechiometrie). Učí se správnému pořadí kroků k vyřešení problému (provedení experimentu).

Kompetence komunikativní: Žák se učí úsporně a přesně komunikovat prostřednictvím odborného jazyka (látkové množství, molární hmotnost, hmotnost, mol, koncentrace, různá vyjádření koncentrace, stechiometrie reakce, stechiometrický koeficient, chemická rovnice,...).

Kompetence sociální a personální: Žák se učí vytvářet sebehodnocení. Učí se vytvářet metodiku práce ve dvojicích (provedení experimentu). Žák je veden k přiměřenému kritickému posouzení práce své i svých spolužáků.

Kompetence občanské: Žák se učí vážit si pomoci spolužáka a výsledku práce spolužáka.

Kompetence pracovní: Žák se učí trpělivosti, pečlivosti a přesnosti při zhotovování pokusu. Učí se nenechat se odradit neúspěšně provedeným pokusem.

**Formy a prostředky hodnocení:**

Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, porovnání výsledku experimentu se skutečností, sebehodnocení, zpětná vazba.

**Kritéria hodnocení:**

Splnění stanovených cílů, spolupráce ve dvojici, komunikativní a prezentační dovednosti žáka.

**Pomůcky:**

Školní tabule, křídly/fixy, pomůcky k pokusu (viz jednotlivé pokusy, žák si v některých případech volí pomůcky sám), sešit, pracovní listy, psací potřeby.



**Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)**  
**Název hodiny: Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice**

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
2	Zahájení	Pozdrav, oznámení průběhu hodiny, tématu hodiny a cíle hodiny	Pozdrav, pochopení cíle	Frontální Výklad		Zpětná vazba	-	-
5	Opakování	Zopakuje pojem látkové množství a na tabuli zapíše základní vztahy, které se tohoto pojmu týkají, rozdává stojany se 4 zkumavkami	Sledují činnost učitele	Frontální Výklad	Kvantitativní	Stojan se 4 zkumavkami	Ostatní potřebné pomůcky má učitel u sebe, žáci musejí sami stanovit, jaké pomůcky na to budou potřebovat	
10	Výklad, řešení úkolu	Učitel rozdává pracovní list a přečte první dva odstavce pracovního listu (část a), zadá žákům první úkol	Sledují činnost učitele, následně pracují ve skupince a snaží se vymyslet způsob řešení prvního úkolu	Skupinová Žákovský experiment	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty	Pracovní list je uveden v příloze <i>Pracovní list pro studenta</i> , řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga</i>	
5	Výklad	Učitel dokončí výklad vyplývající z řešení úkolu	Sledují činnost učitele	Frontální Výklad	Zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty		
10	Zadání úkolu, práce v laboratoři	Učitel postupuje dle pracovního listu, sleduje, organizuje a koordinuje činnost žáků, kteří mají zjistit molární hmotnosti látek ve zkumavkách pod čísly 1 až 4	Praktická laboratorní práce žáků, vyplňování pracovního listu	Žákovský experiment Laboratorní činnost	Slovní, zpětná vazba	4 zkumavky se S, Fe, C a Mg, váhy, podložní sklíčko, pracovní listy pro studenty		
5	Výklad, řešení úkolu	Učitel přečte první odstavec druhé části pracovního listu a zadá následující úkoly	Sledují činnost učitele, následně pracují ve skupince a řeší úkoly	Frontální Výklad, skupinová práce	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty		



5	Výklad, řešení úkolu	Učitel přečte druhý a třetí odstavec druhé části pracovního listu a zadá následující úkol, na nějž navazuje praktická činnost	Sledují činnost učitele, následně pracují ve skupince a řeší úkoly	Frontální Výklad, skupinová práce	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty	
15	Zadání úkolu, práce v laboratoři	Učitel postupuje dle pracovního listu, rozdává vzorek soli (láhev s roztokem chloridu sodného o neznámé koncentraci), sleduje, organizuje a koordinuje činnost žáků, kteří stanovují koncentraci neznámého vzorku roztoku soli, vydává žákům na jejich žádost pomůcky, pomáhá s řešením úkolů	Praktická laboratorní práce žáků, řešení zadaných úkolů, vyplňování pracovního listu	Žákovský experiment Laboratorní činnost	Slovní, zpětná vazba, kontrola výsledku oproti skutečnosti	Kádinka 100 ml, navažovací lodička, lžička, kapátko, titrační baňka 2x, injekční stříkačka 1 ml, stříčka s vodou, digitální váha, sůl, roztok fluoresceinu 0,2% ve vodě (potřeba trochu obzvičit NaOH, aby se lépe rozpouštělo), roztok AgNO <sub>3</sub> 2,5%, (2,5 g AgNO <sub>3</sub> rozpustit do 100 ml DESTILOVANÉ vody)	
5	Výklad, řešení úkolu	Učitel přečte první dva odstavce třetí části pracovního listu a zadá následující úkol; následně přečte 3. a 4. odstavec a zadá další úkol	Sledují činnost učitele, následně pracují ve skupince a řeší úkoly	Frontální Výklad, skupinová práce	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty	
10	Výklad, řešení úkolu	Učitel zadá další úkoly – výpočet <i>M</i> použitých látek a výpočet z chemické rovnice při použití 2 g jednoho reaktantu, výpočet množství uvolněného plynu	Práce ve skupině nebo individuálně, realizace výpočtu, kontrola výsledku	Frontální Skupinová práce	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty	
10	Řešení úkolu	Učitel zadá další úkol – návrh realizace experimentu (uspořádání, postup, aparatura)	Práce ve skupině nebo individuálně	Frontální Skupinová práce	Slovní, zpětná vazba	Pracovní listy pro studenty	Učitel může studentům prozradit, co mají k dispozici k realizaci experimentu, popř., v případě dostátku času, nechat žáky modifikovat experiment dle vybavení, které je k dispozici



15	Zadání úkolu, práce v laboratoři	Učitel postupuje dle pracovního listu, rozdává vzorek vápence, sleduje, organizuje a koordinuje činnost žáků, kteří stanovují obsah uhlíkatu vápenatého ve vzorku, vydává žákům na jejich žádost pomůcky, pomáhá s řešením úkolů	Praktická laboratorní práce žáků, řešení zadáných úkolů, vyplňování pracovního listu	Žákovský experiment Laboratorní činnost	Slovní, zpětná vazba, kontrola výsledku oproti skutečnosti	Digitální váha, vysoká kádinka (400 ml), malá kádinka (100 ml), lžička, hadřík, kyselina chlorovodíková (10%), vzorek vápence (naředěný siranem vápenatým – dle potřeb učitele)	
5	Vyhodnocení	Učitel společně s žáky sdělí výsledky jednotlivých analýz a zhodnotí je	Žáci učitelé sdělí výsledky jednotlivých analýz a zhodnotí je	Frontální Výklad, skupinová práce, rozhovor	Slovní, zpětná vazba	Pracovní list pro žáky	
5	Procvičení nových pojmů	Rozdá žákům pracovní list na opakování	Vyplňují pracovní list na opakování	Skupinová Řešení úloh	Slovní, zpětná vazba	Pracovní list pro studenty na opakování	
5	Ukončení experimentu a zadání práce	Uklid pomůcek, zhodnocení odpovědí na zadané otázky	Uklid pomůcek, sdělování odpovědí na zadané otázky	Rozhovor Frontální	Slovní		
3	Shrnutí, ukončení hodiny	Zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, dotazy na žáky	Odpovědi na dotazy vyučujícího	Rozhovor	Slovní		



# Pracovní list pro studenta

**Název: Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice**

**Jméno:**

## Část první: O líném brigádníkovi v železářství aneb látkové množství, molární hmotnost

a) Představ si, že vyrábíš dřevěný nábytek. Každý den potřebuješ na smontování desek přibližně 5500 ks šroubků, které si chodíš kupovat jednou týdně do nějakého velkoobchodu, ve kterém je to výrazně levnější než v menších krámcích. Pracuješ i v sobotu, aby sis vydělal(a) co nejvíce. Tedy za týden spotřebuješ asi \_\_\_\_\_ ks šroubků.

Přijdeš do velkoobchodu a řekneš prodavači, že potřebuješ výše zmiňovaný počet šroubků. Bohužel je doba dovolených, a tak je tam brigádník. Ten si vezme velkou krabici a začne před tebou šroubky počítat. Po třech hodinách počítání se začne za tebou tvořit velká fronta a zákazníkům za tebou začne docházet trpělivost. Navrhni, jakými efektivnějšími způsoby by to mohl brigádník napočítat?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

V chemii je velmi často potřeba zjistit ne počet šroubků, ale počet jednotlivých částic, který daná látka obsahuje. Problém je v tom, že jednotlivé atomy či molekuly jsou však mnohonásobně menší než hmotnosti běžných látek. Z tohoto důvodu bylo zavedeno látkové množství, které vyjadřuje množství látky pomocí počtu částic. Látkové množství se označuje ***n*** a jeho základní veličinou je **mol**. 1 mol je množství látky, které obsahuje tolik částic, kolik je atomů přesně ve 12 gramech nuklidu uhlíku <sup>12</sup>C. Každý mol jakékoliv látky obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  částic, tedy tzv. Avogadrovu konstantu ( $N_A$ ). Je to tedy stejné jako se šroubky. 1 mol si můžeš představit jako obrovskou bednu, která obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  šroubků. Jedná se pouze o představu, protože v praxi by to bylo prakticky nemožné.

**b) Úkol: Zjisti molární hmotnosti jednotlivých látek.**

Ve stojanu máš připravené 4 zkumavky (označené 1 až 4) s různými vzorky.

1. Tyto vzorky jsou na první pohled odlišné, nicméně v jedné vlastnosti se shodují. Zapiš vlastnost, ve které se **shodují**.

- 
2. Víš, v jaké vlastnosti se shodují, ale co odlišné vlastnosti? Zapiš všechny vlastnosti, ve kterých se dané látky **liší**.
- 
- 

3. Máš zjistit molární hmotnosti jednotlivých látek. Na jakou odlišnou vlastnost je třeba se zaměřit? \_\_\_\_\_

Tedy veličiny vztahované na jednotkové látkové množství se označují jako \_\_\_\_\_ .



Nová veličina závislá na látkovém množství a hmotnosti se jmenuje **molární hmotnost** a udává \_\_\_\_\_ dané látky. Tato veličina se označuje  $M$ .

Urči vzorky, které jsou ve zkumavkách 1 až 4.

c) *Pomůcky (doplň zbylé pomůcky)*

4 zkumavky se vzorky,

d) *Navrhni postup práce*

e) *Zpracování pokusu*

Molární hmotnost  $M$  se vypočítá jako: \_\_\_\_\_ .

Základní jednotkou je \_\_\_\_\_ .

Svůj pokus o určení vzorků ve zkumavkách 1 až 4 podlož výpočtem:

Zkumavka 1:

Zkumavka 2:

Zkumavka 3:

Zkumavka 4:

f) *Závěr*

1 mol různých látek obsahuje \_\_\_\_\_ počet částic, ale liší se \_\_\_\_\_.  
Taková veličina, která charakterizuje tuto vlastnost, se označuje jako \_\_\_\_\_.  
Její základní jednotkou je \_\_\_\_\_. Vypočítá se podle  
vztahu \_\_\_\_\_ .

### **Část druhá: Sůl nad zlato aneb koncentrace roztoků**

Za devatero horami a devatero řekami žilo, bylo jedno království. A bylo to bohaté a spokojené království. Až jednoho dne se hodný král pokusil své nezdařené ratolesti dokázat, že se dá





přežít i bez soli a že sůl vlastně nemá moc velkou hodnotu. Nechal tedy vyházet všechny zásoby soli do řek. Tím, kromě zničení veškerého života v řekách, způsobil to, že se sůl stala věcí s tak velkou cenou, že se vyplatilo i slzy shromažďovat, odpařovat a vzniklou sůl pak prodávat.

- Napiš chemický název soli: .....
- Napiš vzorec soli: .....

Samozřejmě i v pohádkovém království se nacházejí obchodníci, kteří se snaží podvodem vydělat na obyčejných lidech. Prodávají sice vodu v lahvích s kolkem, ale množství soli v roztoku rozhodně nedosahuje čísla napsaného na obalu.

Pod ruku se ti dostal slaný roztok, který má na obalu napsánu hodnotu 0,1 mol/l a tvým úkolem není nic jednoduššího, než zjistit, jestli tento roztok má v sobě rozpuštěno tolik soli, kolik je napsáno na obalu.

Nejprve je potřeba vypočítat, kolik vlastně jeden mol soli váží:

Vypočti, kolik soli musíš navážit pro přípravu 100 ml roztoku soli o koncentraci 0,1 mol·l<sup>-1</sup>:

Vypočti, jakou koncentraci v g/l bude tento roztok mít:

Samotné určování, jestli má prodávaná slaná voda správnou koncentraci se provede tak, že se bude zkoumat, kolik kapek roztoku dusičnanu stříbrného bude potřeba, aby zreagovala veškerá sůl v daném roztoku. Čím více soli bude v roztoku, tím víc kapek bude potřeba přidat. Porovnávat se bude tebou připravený roztok soli se vzorkem odebraným ze zabavené lahve. Pokud bude počet kapek stejný, bude i koncentrace totožná.

Napiš rovnici reakce soli s dusičnanem stříbrným za vzniku chloridu stříbrného a dusičnanu sodného:



Připrav si roztok soli o koncentraci 0,1 mol/l.

- Postup:
  
- Potřebné vybavení:

Po přidání dusičnanu stříbrného k roztoku soli dochází ke vzniku bílého nerozpustného chloridu stříbrného. Bohužel na první pohled není vidět, zda po přidání kapky dusičnanu stříbrného vzniká ještě nějaký chlorid stříbrný, přidáme proto do roztoku barvivo, které změnou své barvy ukáže, že v roztoku už nejsou žádné nezreagované chloridové ionty. Toto barvivo se nazývá fluorescein.

S tebou připraveným roztokem soli proved' následující:

1. Roztok si přelej do malé kádinky, aby se ti s ním dobře manipulovalo.
2. Do injekční stříkačky nasaj tolik roztoku soli, kolik ti píst dovolí. (Píst natáhni až „nadoraz“. Pokud ale za něj zatáhneš moc, tak ho z injekční stříkačky vytrheš.)
3. Roztok z injekční stříkačky vymáčkni do 150 ml kádinky.
4. Do kádinky přilij 25 ml vody.
5. Do kádinky přidej 2 kapky roztoku fluoresceinu.
6. Kádinkou míchej, pomocí plastového kapátka přidávej po kapkách roztok dusičnanu stříbrného. Kapky si počítej.
7. Jakmile zmizí zelená barva roztoku, přestaň dusičnan stříbrný přidávat, zapiš si počet kapek, které byly potřeba k odbarvení.

Celý postup zopakuj se vzorkem slané vody z lahve.

- Počet kapek potřebných k odbarvení připraveného slané roztoku: .....
- Počet kapek potřebných k odbarvení komerčního slané roztoku: .....

Je potřeba vzít prodavače slané vody do vazby? A jaké obvinění by mu mohlo být sděleno?

Doplň použité pomůcky:



### Část třetí: O lakomém majiteli lomu na vápenec aneb výpočet z chemické rovnice

Lakomý majitel lomu Karel Bohatý prodal do vápenky pravděpodobně nekvalitní vápenec. Je potřeba ho usvědčit, že okrádá své zákazníky, aby ve své podlounné činnosti nemohl pokračovat. Pan Bohatý si totiž nechal zaplatit za kvalitní vápenec (bez příměsí), ale dodal materiál nevalné kvality. Bohužel to na první pohled není zřejmé, vzhled dodaného vápence se od toho kvalitního příliš neliší. Nicméně, po vypálení je kvalita bídná, ale p. Bohatý tvrdí, že je to špatnou technologií výroby.

Majitel vápenky se ale nechce vzdát, je si jistý, že všechno dělá správně, a proto si k tobě přišel pro pomoc.

- Napiš chemický vzorec vápence: .....

Abys zjistil(a), kolik vzorek obsahuje vápence, můžeš postupovat různými způsoby. Tvá malá soukromá laboratoř doma ve sklepě ale není po posledním výbuchu v takovém stavu, abys mohl(a) dělat náročná měření.

Při hledání vhodných činidel jsi zjistil(a), že nemáš moc z čeho vybírat. Jediné, co ti po posledním (ne)vydařeném experimentu v laboratoři zbylo celé, je lahev s 10% kyselinou chlorovodíkovou. Jak by asi mohla reagovat s vzorkem vápence?

- Napiš chemickou rovnici reakci kyseliny chlorovodíkové s vápencem:

.....

Důležitou vlastností všech chemických procesů je to, že se při nich nemůže nic ztratit. A naopak, žádná hmota se nemůže objevit jen tak z ničeho. Toto se jinak také nazývá jako zákon zachování hmoty. Ale je možné, že při reakci může vznikat plyn, který se rozptýlí po okolí a při zvážení reakční soustavy se může zdát, že něco zmizelo.

Pro následující chemické výpočty budeš potřebovat molární hmotnosti látek, které vystupují v rovnici rozkladu:

Nyní by bylo na místě se přesvědčit o tom, že hmotnost látek na obou stranách rovnice je stejná. Výpočet založ na tom, že budou reagovat 2 g vápence:



Kdybys reakci provedl(a), zjistíš, že produkty reakce váží míň, než kolik jsi vypočetl(a) v předcházejícím případě. Je to kvůli tomu, že oxid uhličitý je plyn, který z reakční nádoby vyprchal.

- Vypočti, kolik bude vážit oxid uhličitý, který se uvolní rozkladem 2 g vápence nadbytkem kyseliny chlorovodíkové:

Na základě předchozích výpočtů navrhní, jak bys jednoduše zjistil(a), kolik procent vápence předložený vzorek obsahuje? Předpokládej, že kyseliny přidáváš víc, než by bylo potřeba na rozložení vápence (je v přebytku), a z kádinky ti „nevyprská“ žádná kapalina.

- .....
- .....
- .....
- .....

Nyní už nezbyvá nic jiného, než že si v praxi ověříš navržený postup. Na reálném vzorku vápence zjistí, kolik obsahuje vápence a kolik je v něm přítomno nečistot. Na rozložení vzorku vápence použiješ 25 ml 10% kyseliny chlorovodíkové.

- Doplň použité pomůcky:



## Pracovní list pro pedagoga

**Název: Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice**

### Část první: O líném brigádníkovi v železářství aneb látkové množství, molární hmotnost

a) Představ si, že vyrábíš dřevěný nábytek. Každý den potřebuješ na smontování desek přibližně 5500 ks šroubků, které si chodíš kupovat jednou týdně do nějakého velkoobchodu, ve kterém je to výrazně levnější než v menších krámcích. Pracuješ i v sobotu, aby sis vydělal(a) co nejvíce. Tedy za týden spotřebuješ asi **33000** ks šroubků.

Přijdeš do velkoobchodu a řekneš prodavači, že potřebuješ výše zmiňovaný počet šroubků. Bohužel je doba dovolených, a tak je tam brigádník. Ten si vezme velkou krabici a začne před tebou šroubky počítat. Po třech hodinách počítání se začne za tebou tvořit velká fronta a zákazníkům za tebou začne docházet trpělivost. Navrhni, jakými efektivnějšími způsoby by to mohl brigádník napočítat?

- Vloží šroubky do stroje, který je přesně spočítá.
- Šroubky jsou v krabičkách s přesně daným počtem. Například 1000 ks, 5000 ks, 10000 ks, 30000 ks, atd.
- Možností je celá řada.

V chemii je velmi často potřeba zjistit ne počet šroubků, ale počet jednotlivých částic, který daná látka obsahuje. Problém je v tom, že jednotlivé atomy či molekuly jsou však mnohonásobně menší než hmotnosti běžných látek. Z tohoto důvodu bylo zavedeno látkové množství, které vyjadřuje množství látky pomocí počtu částic. Látkové množství se označuje ***n*** a jeho základní veličinou je **mol**. 1 mol je množství látky, které obsahuje tolik částic, kolik je atomů přesně ve 12 gramech nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$ . Každý mol jakékoliv látky obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  částic, tedy tzv. Avogadrovu konstantu ( $N_A$ ). Je to tedy stejné jako se šroubky. 1 mol si můžeš představit jako obrovskou bednu, která obsahuje  $6,022 \cdot 10^{23}$  šroubků. Jedná se pouze o představu, protože v praxi by to bylo prakticky nemožné.

b) *Úkol: Zjisti molární hmotnosti jednotlivých látek.*

Ve stojanu máš připravené 4 zkumavky (označené 1 až 4) s různými vzorky.





1. Tyto vzorky jsou na první pohled odlišné, nicméně v jedné vlastnosti se shodují. Zapiš vlastnost, ve které se **shodují**.

Obsahují stejný počet částic, tedy obsahují 1 mol částic.

Někdo by mohl navrhnout, že všechny látky jsou pevné. Což je v pořádku, ale navést na chemickou vlastnost.

2. Víš, v jaké vlastnosti se shodují, ale co odlišné vlastnosti? Zapiš všechny vlastnosti, ve kterých se dané látky **liší**.

Barva, velikost částic, objem, kovy a nekovy, hmotnost.

3. Máš zjistit molární hmotnosti jednotlivých látek. Na jakou odlišnou vlastnost je třeba se zaměřit? **Hmotnost**.

Tedy veličiny vztažené na jednotkové látkové množství se označují jako **molární**.

Nová veličina závislá na látkovém množství a hmotnosti se jmenuje **molární hmotnost** a udává **hmotnost 1 molu** dané látky. Tato veličina se označuje  $M$ .

Urči vzorky, které jsou ve zkumavkách 1 až 4.

1 – uhlík, 2 – síra, 3 – železo, 4 – hořčík

Vyučující naváží 12 g uhlíku, 32 g síry, 56 g železa a 24 g hořčíku.

### c) Pomůcky

4 zkumavky se vzorky, **váhy**, Petriho miska nebo hodinové sklo na vážení, lžička, **periodická tabulka prvků**

### d) Pracovní postup

Vzorek číslo 1 vysypu na hodinové sklo a zvažím. Hodnotu si zapíšu. Totéž opakuji s ostatními vzorky. Dané hodnoty porovnam s hodnotami uvedenými v tabulce prvků.

### e) Zpracování pokusu

Molární hmotnost  $M$  se vypočítá jako:  $M = \frac{m}{n}$

Základní jednotkou je  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Svůj pokus o určení vzorků ve zkumavkách 1 až 4 podlož výpočtem:

Zkumavka 1: **Uhlík** 12 g / 1 mol = 12 g·mol<sup>-1</sup>

Zkumavka 2: **Síra** 32 g / 1 mol = 32 g·mol<sup>-1</sup>

Zkumavka 3: **Železo** 56 g / 1 mol = 56 g·mol<sup>-1</sup>

Zkumavka 4: **Hořčík** 24 g / 1 mol = 24 g·mol<sup>-1</sup>

### f) Závěr

1 mol různých látek obsahuje **stejný** počet částic, ale liší se **hmotností**. Taková veličina, která charakterizuje tuto vlastnost, se označuje jako **molární hmotnost**. Její základní jednotkou je  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Vypočítá se podle vztahu  $M = \frac{m}{n}$ .





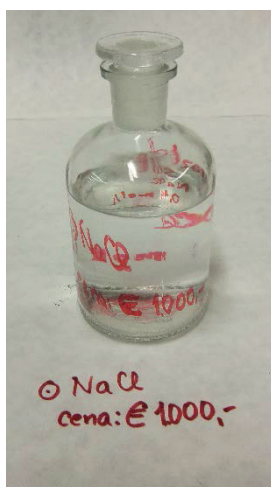
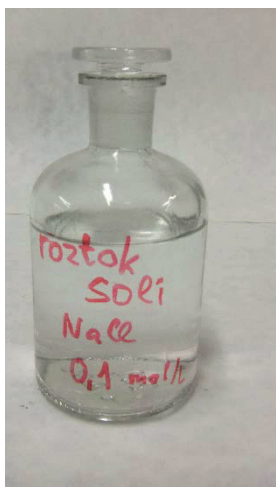
## Část druhá: Sůl nad zlato aneb koncentrace roztoků

Za devatero horami a devatero řekami žilo, bylo jedno království. A bylo to bohaté a spokojené království. Až jednoho dne se hodný král pokusil své nezdařené ratolesti dokázat, že se dá přežít i bez soli a že sůl vlastně nemá moc velkou hodnotu. Nechal tedy vyházet všechny zásoby soli do řek. Tím kromě zničení veškerého života v řekách způsobil to, že se sůl stala věcí s tak velkou cenou, že se vyplatilo i slzy shromažďovat, odpařovat a vzniklou sůl pak prodávat.

- Napište chemický název soli: **chlorid sodný**
- Napište vzorec soli: **NaCl**

Samozřejmě i v pohádkovém království se nacházejí obchodníci, kteří se snaží podvodem vydělat na obyčejných lidech. Prodávají sice vodu v lahvích s kolkem, ale množství soli v roztoku rozhodně nedosahuje čísla napsaného na obalu.

Pod ruku se ti dostal slaný roztok, který má na obalu napsanu hodnotu 0,1 mol/L a tvým úkolem není nic jednoduššího, než zjistit, jestli tento roztok má v sobě rozpuštěno tolik soli, kolik je napsáno na obalu.



Nejprve je potřeba vypočítat kolik vlastně jeden mol soli váží:

$$M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Jeden mol tedy váží 58,5 g.

Vypočti, kolik soli musíš navážit pro přípravu 100 ml roztoku soli o koncentraci 0,1 mol·l<sup>-1</sup>:

58,5 g NaCl je 1 mol, tedy 5,85 g je 0,1 mol.

5,85 g (0,1 molu) tedy musíme dát do 1 litru, abychom získali 1M roztok. Ale my chceme jen 100 ml, tedy 10x méně, tedy 0,585 g do 100 ml.

Vypočti jakou koncentraci v g/l bude tento roztok mít:

Koncentrace je 0,1 mol/l, tedy máme (viz výše) 5,85 g/l, neboť 0,1 molu váží 5,85 g.

Samotné určování, jestli má prodávaná slaná voda správnou koncentraci se provede tak, že se bude zkoumat, kolik kapek roztoku dusičnanu stříbrného bude potřeba, aby zreagovala veškerá sůl v daném roztoku. Čím více soli bude v roztoku, tím víc kapek bude potřeba přidat. Porovnávat se bude tebou připravený roztok soli s vzorkem odebraným ze zabavené lahve. Pokud bude počet kapek stejný, bude i koncentrace totožná.

Napiš rovnici reakce soli s dusičnanem stříbrným za vzniku chloridu stříbrného a dusičnanu sodného:



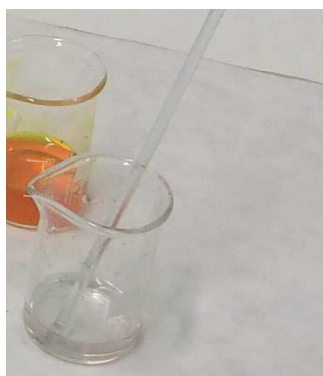
Připrav si roztok soli o koncentraci  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

Postup:

Navážíme  $0,59 \text{ g NaCl}$  a rozpustíme jej v kádince (do níž jej přeneseme kvantitativně). Z kádinky nalijeme (opět kvantitativně) roztok do  $100\text{ml}$  odměrné baňky, kterou doplníme po rysku vodou.

Potřebné vybavení:

Odměrná baňka  $100 \text{ ml}$ , kádinka  $50 \text{ ml}$ ,  $\text{NaCl}$ , voda, stříčka s vodou, lžička.



Po přidání dusičnanu stříbrného k roztoku soli dochází ke vzniku bílého nerozpustného chloridu stříbrného. Bohužel na první pohled není vidět, zda po přidání kapky dusičnanu stříbrného vzniká ještě nějaký chlorid stříbrný, přidáme do roztoku barvivo, které změnou své barvy ukáže, že v roztoku už nejsou žádné nezreagované chloridové ionty. Toto barvivo se nazývá fluorescein.

S tebou připraveným roztokem soli proved' následující:

1. Roztok si přelej do malé kádinky, aby se ti s ním dobře manipulovalo.



2. Do injekční stříkačky nasaj tolik roztoku soli, kolik ti píst dovolí. (Píst natáhni až „nadoraz“. Pokud ale za něj zatáhneš moc, tak ho z injekční stříkačky vytrhneš.)





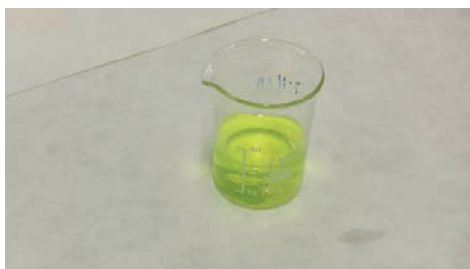


3. Roztok z injekční stříkačky vymáčkní do 150 ml kádinky.

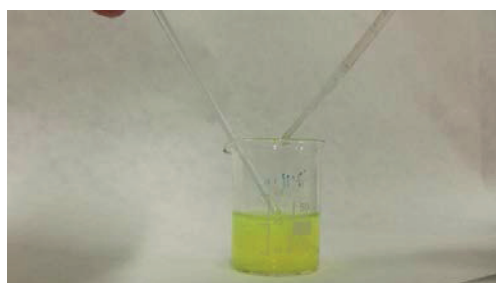


4. Do kádinky přilij 25 ml vody.

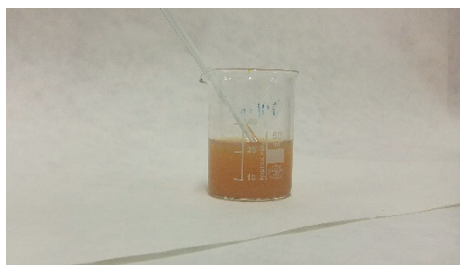
5. Do kádinky přidej 2 kapky roztoku fluoresceinu.



6. Kádinkou míchej, pomocí plastového kapátka přidávej po kapkách roztok dusičnanu stříbrného. Kapky si počítej.



7. Jakmile zmizí zelená barva roztoku, přestaň dusičnan stříbrný přidávat, zapiš si počet kapek, které byly potřeba k odbarvení.



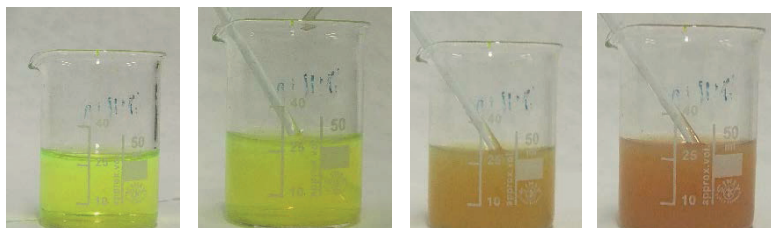
Celý postup zopakuj s vzorkem slané vody z lahve.

- Počet kapek potřebných k odbarvení připraveného slané roztoku: **11**



- Počet kapek potřebných k odbarvení komerčního slané roztoku: 8

Změny zbarvení roztoku v průběhu přidávání dusičnanu stříbrného



1 kapka

4 kapky

11 kapek

13 kapek

Je potřeba vzít prodavače slané vody do vazby? A jaké obvinění by mu mohlo být sděleno? Ano, protože spotřeba odměrného činidla na komerční roztok je nižší než na připravený roztok. Koncentrace komerčního roztoku je tedy také nižší, zhruba 0,073 mol/L (0,1.8/11).

**Tady záleží na učiteli, jestli chce, aby byl prodejce podvodník, nebo ne, podle toho si připraví roztok. Počty kapek jsou pouze orientační, závisí na velikosti kapátka, ze kterého se kapky kapou. Až na roztok dusičnan stříbrného není potřeba pracovat s destilovanou vodou. Voda z vodovodu sice chloridy obsahuje, ale oproti soli, která se tam pak přisypává, je to množství naprosto zanedbatelné.**

Pomůcky: dusičnan stříbrný, roztok (cca 2,5%, v destilované vodě); 2 kádinky 50 ml, 2 kapátka (plastová Pasteurova pipeta s úzkou špičkou), fluorescein (0,2% roztok v bazické vodě), sůl (NaCl), míchadlo nebo skleněná tyčinka, injekční stříkačka 1 ml





### Část třetí: O lakomém majiteli lomu na vápenec aneb výpočet z chemické rovnice

Lakomý majitel lomu Karel Bohatý prodal do vápenky pravděpodobně nekvalitní vápenec. Je potřeba ho usvědčit, že okrádá své zákazníky, aby ve své podloudné činnosti nemohl pokračovat. Pan Bohatý si totiž nechal zaplatit za kvalitní vápenec (bez příměsí), ale dodal materiál nevalné kvality. Bohužel to na první pohled není zřejmé, vzhled dodaného vápence se od toho kvalitního příliš neliší. Nicméně po vypálení je kvalita bídná, ale p. Bohatý tvrdí, že je to špatnou technologií výroby.

Majitel vápenky se ale nechce vzdát, je si jistý, že všechno dělá správně, a proto se k tobě přišel pro pomoc.

- Napiš chemický vzorec vápence:  $\text{CaCO}_3$

Abys zjistil(a), kolik vzorek obsahuje vápence, můžeš postupovat různými způsoby. Tvá malá soukromá laboratoř doma ve sklepě ale není po posledním výbuchu v takovém stavu, abys mohl(a) dělat náročná měření.

Při hledání vhodných činidel jste zjistil(a), že nemáš moc z čeho vybírat, jediné, co ti po posledním (ne)vydařeném experimentu v laboratoři zbylo celé, je lahev s 10% kyselinou chlorovodíkovou. Jak by asi mohla reagovat s vzorkem vápence?

- Napiš chemickou rovnici reakci kyseliny chlorovodíkové s vápencem:



Důležitou vlastností všech chemických procesů je to, že se při nich nemůže nic ztratit. A naopak, žádná hmota se nemůže objevit jen tak z ničeho. Toto se jinak také nazývá jako zákon zachování hmoty. Ale je možné, že při reakci může vznikat plyn, který se rozptýlí po okolí a při zvážení reakční soustavy se může zdát, že něco zmizelo.

Pro následující chemické výpočty budeš potřebovat molární hmotnosti látek, které vystupují v rovnici rozkladu:

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Nyní by bylo na místě se přesvědčit o tom, že hmotnost látek na obou stranách rovnice je stejná. Výpočet založ na tom, že budou reagovat 2 g vápence:

Když reaguje 100 g (1 mol) vápence, vzniká 44 g (dle stechiometrie rovnice také 1 mol) oxidu uhličitého.

Když tedy reagují 2 g vápence, vzniká ...  $44 \cdot (2/100) = 0,88$  g oxidu uhličitého.

Obdobně lze vypočítat, že vznikne: 2,22 g chloridu vápenatého, 0,36 vody a k reakci je třeba  $2 \times 0,73 \text{ g} = 1,46 \text{ g}$  (protože kyseliny chlorovodíkové jsou potřeba k reakci 2 moly) kyseliny chlorovodíkové (100%).

Tedy na levé straně rovnice je:  $2,0 \text{ g} + 1,46 \text{ g} = 3,46 \text{ g}$

Na pravé straně rovnice je:  $0,88 \text{ g} + 2,22 \text{ g} + 0,36 \text{ g} = 3,46 \text{ g}$

Když ale zvážíš produkty reakce, zjistíš, že váží méně, než kolik jsi vypočetl(a) v předcházejícím případě. Je to kvůli tomu, že oxid uhličitý je plyn, který z reakční nádoby vyprchal.

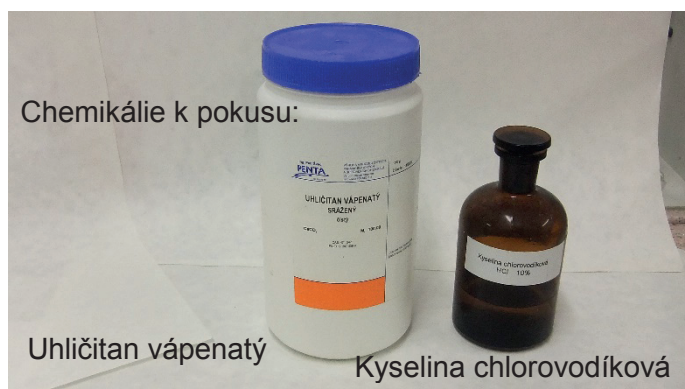
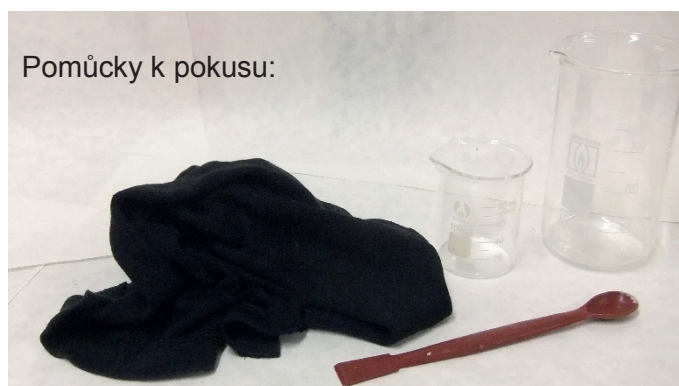


- Vypočti, kolik bude vážit oxid uhličitý, který se uvolní rozkladem 2 g vápence nadbytkem kyseliny chlorovodíkové:

Už jsme počítali výše, je to 0,88 g oxidu uhličitého.

Na základě předchozích výpočtů navrhní, jak bys jednoduše zjistil(a), kolik procent vápence předložený vzorek obsahuje? Předpokládej, že kyseliny přidáváte víc, než by byla potřeba na rozložení vápence (je v přebytku), a z kádinky ti „nevyprská“ žádná kapalina.

Zvážíme kádinku s vápencem a vedle kádinku s kyselinou chlorovodíkovou (stačí zvážit samotnou kyselinu chlorovodíkovou). Ta je v přebytku, je tedy celkem jedno, kolik jí tam bude. Nalijeme kyselinu na vápenec, ten se za šumění rozloží. Počkáme, až reakce zcela proběhne. Pak zvážíme reakční směs. Jediné, co z ní mohlo uniknout, je oxid uhličitý, tedy rozdíl hmotnosti reaktantů před reakcí a produktů po ní činí hmotnost uniklého oxidu uhličitého. Z ní lze zjistit hmotnost čistého uhličitanu vápenatého, rozdíl mezi touto hmotností a hmotností navážky jsou nečistoty. Podíl hmotnosti čistého vápence a navážky (vynásobeno 100) je procentuálně obsah čistého vápence ve vzorku.



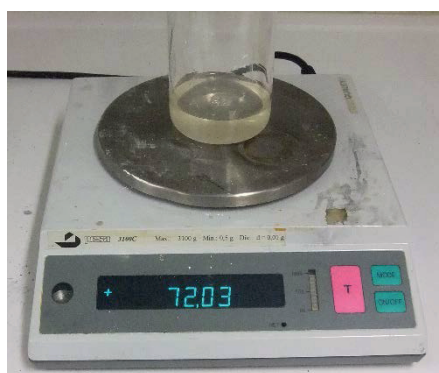
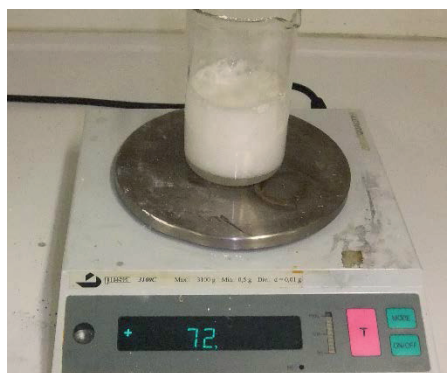
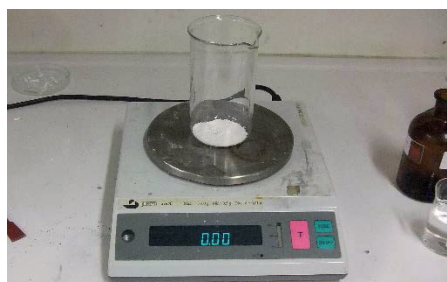
Nyní už nezbývá nic jiného, než že si v praxi ověříš navržený postup. Na reálném vzorku vápence zjistíš, kolik obsahuje vápence a kolik je v něm přítomno nečistot. Na rozložení vzorku vápence použij 25 ml 10% kyseliny chlorovodíkové.

Pomůcky: Digitální váha, vysoká zkumavka (400 ml), malá zkumavka (100 ml), lžička, hadřík, kyselina chlorovodíková (10%), vzorek vápence (práškové  $\text{CaCO}_3$ ).

**Tady záleží na učiteli, jak chce, aby příběh dopadl. Když chce poctivého majitele dolu, dá žákům čistý vápenec, když chce mít majitele dolu podvodníka, smíchá vápenec**



s nějakou inertní chemikálií. Osvědčil se síran sodný, který má stejnou konzistenci jako vápenec a není na první pohled poznat.





# Opakování

**Název: Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice**

**Jméno:**

- 1) Zapiš definici molární hmotnosti.
- 2) Napiš základní jednotku molární hmotnosti.
- 3) Vypočítej:
  - a) hmotnost 5 mol zinku
  - b) molární hmotnost vody
  - c) látkové množství 9,8 g kyseliny sírové
- 4) Kolik g váží železná pinzeta, která obsahuje  $3,01 \cdot 10^{22}$  atomů železa?
- 5) Na neutralizaci 20 ml roztoku hydroxidu sodného bylo třeba 12,5 ml roztoku kyseliny sírové o koncentraci  $0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Vypočítej molární koncentraci roztoku hydroxidu sodného.
- 6) Odvod' vzorec hydrátu chloridu vápenatého, ztrácí-li 7,3 g tohoto hydrátu při zahřívání 3,6 g vody.



## Opakování – řešení pro pedagoga

**Název: Látkové množství, molární hmotnost, koncentrace roztoků, výpočty z chemické rovnice**

1) Zapiš definici molární hmotnosti.

Udává hmotnost 1 molu dané látky.

2) Napiš základní jednotku molární hmotnosti.

$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

3) Vypočítej:

a) hmotnost 5 mol zinku

$$n = 5 \text{ mol}, M = 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, m = ?, m = M \cdot n = 5 \cdot 65 = \mathbf{325 \text{ g}}$$

b) molární hmotnost vody

$$M = 2 \cdot 1 + 16 = \mathbf{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

c) látkové množství 9,8 g kyseliny sírové

$$m = 9,8 \text{ g}, M = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, n = ?; n = m / M = 9,8 / 98 = \mathbf{0,1 \text{ mol}}$$

4) Kolik g váží železná pinzeta, která obsahuje  $3,01 \times 10^{23}$  atomů železa?

$$m = (3,01 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23}) \times 56 = 0,5 \times 56 = \mathbf{28 \text{ g}}$$

5) Na neutralizaci 20 ml roztoku hydroxidu sodného bylo třeba 12,5 ml roztoku kyseliny sírové o koncentraci  $0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Vypočítej molární koncentraci roztoku hydroxidu sodného.

$$c = ((2 \times 0,0125 \times 0,05) / 0,02) = \mathbf{0,0625 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}}$$

6) Odvoď vzorec hydrátu chloridu vápenatého, ztrácí-li 7,3 g tohoto hydrátu při zahřívání 3,6 g vody.









# Chemické výpočty

RNDr. Martin Bojkovský, Mgr. Luděk Míka, RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.



[www.otevrenaveda.cz](http://www.otevrenaveda.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ