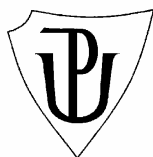


**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**  
**Přírodovědecká fakulta**

**KONSTRUKTIVISMUS V INTEGROVANÉM POJETÍ**  
**PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ**

**MARTA KLEČKOVÁ – MARTIN BÍLEK**  
**Soubor podpůrných materiálů pro transformaci didaktického**  
**modelu výuky přírodovědných předmětů**  
**ČÁST CHEMICKÁ**



**Olomouc 2007**

Recenzenti: prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc., PaedDr. Ivan Holý, CSc.

Publikace vychází s podporou grantu GAČR 406/05/0188

1. vydání

© Marta Klečková, Martin Bílek, 2007

ISBN 978-80-244-1790-5

# OBSAH

<b>ÚVOD</b>	5
<b>MODUL 1 - Poznáváme přírodu</b>	
1.1 Voda v rostlinách	7
1.2 Měření hustoty	9
1.3 Čaj jako indikátor	15
1.4 Je libo modré nebo červené zelí?	16
<b>MODUL 2 – Energie a pohyb</b>	
2.1 Jednoduchá exotermická a endotermická reakce	17
2.2 Padesát a padesát nemusí být vždycky sto!	19
2.3 Pohyb částic v prostředí - difuze	21
2.4 Pohyb molekul	22
2.5 Barviva z lentilek	23
2.6 Barviva z černých fixů	24
<b>MODUL 3 – Energie a látka</b>	
3.1 Jak získat krásné krystaly cukru?	26
3.2 Mýdlo snižuje povrchové napětí vody	27
3.3 Mýdlový roztok má emulgační účinek na olej a tuk	29
3.4 Mýdlový roztok působí aktivně na rozhraní oleje a vody	31
3.5 Mýdlový roztok smáčí kůži	33
<b>MODUL 4 – Interakce látek</b>	
4.1 Vlastnosti kovů – mohou kovy hořet?	34
4.2 Jak se získávají kovy	37
4.3 Vodotrysk – rozdělená dvoubarevná fontána	38
<b>MODUL 5 – Vlnění, zvuk a světlo</b>	
5.1 Vodíkové varhany	40
5.2 Vliv světla na průběh reakce	42
5.3 Fotosyntéza – vliv světla	44
<b>MODUL 6 – Elektrická energie, její zdroje a přenos</b>	
6.1 Co můžeme získat spojením eurocentu a padesádesetihaléře?	46
6.2 Jak vyčistit stříbrný nebo postříbřený předmět?	48

<b>MODUL 7 – Elektrické systémy a živé organismy</b>	
7.1 Důkaz bílkovin v přírodním materiálu	49
7.2 Oxid uhličitý ve vydechaném vzduchu	51
7.3 Je zezeň listová oprava jen zelená?	55
<b>MODUL 8 – Vývoj v přírodě a vesmíru</b>	
8.1 Vzduch aneb co dýcháme?	57
8.2 Voda aneb rozpouštědlo a roztok	60
Literatura	63

## Úvod

Předkládaný text obsahuje některé náměty k provádění jednoduchých experimentů v rámci chemické části integrovaného projektu výuky přírodovědných předmětů na základní škole. Experimenty jsou rozděleny dle modulů vytvořeného didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (viz Nezvalová, D. (ed.): Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyzika, chemie). Olomouc: PĚF UP, 2007), kde jsou formulovány získávané žákovské kompetence. Vybírány byly takové experimenty, které jsou nenáročné na provedení a technické zázemí, většina z nich je koncipována jako frontální pokus, případně pokus domácí.



# MODUL 1 - POZNÁVÁME PŘÍRODU

## 1.1 Námět **Voda v rostlinách**

### *Úvod*

Voda je nezbytná pro život na Zemi. Všechny živé organismy, rostliny i živočišné, obsahují velké množství vody. V živých tkáních je 65 – 95 % vody.

### *Úkol*

**Určete obsah vody v rostlinných tkáních**

### *Pomůcky a chemikálie*

Váhy (s přesností 0,1 g), Petriho miska, vzorky rostlin k sušení (např. listy stromů, kytky, plátky ovoce, zeleniny ...), sušárna.

### *Postup*

1. Navážíme přesně určitou hmotnost v rozmezí 5 – 10 g vzorku rostliny a tuto hmotnost ( $m_1$ ) zapíšeme do tabulky.
2. Rostlinné vzorky sušíme v sušárně při 110 °C nebo volně na vzduchu (na sluníčku, na radiátoru) do konstantní hmotnosti.
3. Vysušené vzorky zvážíme a hmotnost zaznamenáme ( $m_2$ ).

Zpracování výsledků experimentu:

vzorek	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_1 - m_2$ ( $m_{\text{voda}}$ ) (g)	% obsah vody
listy lípy				
tráva				
jablko				
mrkev				

### *Výsledky a závěry*

Obsah vody ve vzorcích se pohybuje v rozmezí 65 – 95 %, což odpovídá údajům uváděným v odborné literatuře.

### *Poznámky k provedení*

- Můžeme použít různé druhy přírodního materiálu, které si žáci přinesou sami.
- Žáci mohou své výsledky porovnat a společně zpracovat do přehledné tabulky.

- Žákům je možno vysvětlit, že s touto metodou se setkávají i v domácnosti, kde se suší například: houby, květiny, bylinky, jablka (křížaly) a další plody.

Příklad zpracování výsledků experimentu:

vzorek	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_1 - m_2$ ( $m_{\text{voda}}$ ) (g)	% obsah vody
listy lípy	7,1	0,5	6,6	93,0
tráva	5,9	0,3	5,6	94,9
jablko	8,6	1,8	6,8	79,1
mrkev	9,6	3,2	6,4	66,7



## 1.2 Námět **Měření hustoty**

### *Úvod*

Hustota ( $\rho$ ) homogenního tělesa se definuje jako podíl jeho hmotnosti ( $m$ ) a objemu ( $V$ )  $\Rightarrow \rho = \frac{m}{V}$  (g/cm<sup>3</sup>).

Hustota je jedna z fyzikálních veličin charakteristických pro každou látku, proto může sloužit k orientační identifikaci látek.

### *Úkol 1*

**Určete hustotu pevných látek (materiálů), ze kterých jsou vyrobené předložené předměty, zjištěnou hustotu porovnejte s tabelovanou hodnotou**

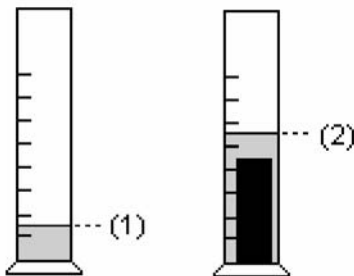
### *Pomůcky a chemikálie*

Váhy (technické nebo digitální předvážky s přesností 0,01 g), odměrný válec (velikost dle předmětu), předměty z hliníku, mědi, olova, železa, mosazi, voda, matematicko-fyzikální tabulky.

### *Postup*

1. Předmět z určité látky (hliník, měď, olovo, železo, mosaz ...) zvážíme na vahách s přesností 0,01 g, hodnotu zaznamenáme do tabulky.
2. Do odměrného válce nalijeme tolik vody, aby byl předmět po vnoření ponořen celý.
3. Do tabulky zaznamenáme hodnoty objemu vody před ( $V_1$ ) a po ( $V_2$ ) vložení předmětu do odměrného válce.
4. Vypočteme objem a hustotu předmětu.

### *Nákres*



## Výsledky a závěry

Vyhodnocení výsledků experimentu:

látko (materiál předmětu)	hmotnost předmětu (g)	$V_1$ ( $\text{cm}^3$ )	$V_2$ ( $\text{cm}^3$ )	objem předmětu ( $\text{cm}^3$ )	výsledná hustota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	tabelovaná hodnota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
<b>hliník</b>						
<b>měď</b>						
<b>olovo</b>						
<b>železo</b>						
<b>mosaz</b>						

## Poznámky k provedení

- Příklad zpracování výsledků experimentu:

materiál předmětu	hmotnost předmětu (g)	$V_{1(\text{vody})}$ ( $\text{cm}^3$ )	$V_2$ ( $\text{cm}^3$ )	objem předmětu ( $\text{cm}^3$ )	výsledná hustota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	tabelovaná hodnota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
<b>hliník</b>	26,82	10	20,0	10	<b>2,7</b>	2,69
<b>měď</b>	200,34	30	52,5	22,6	<b>8,9</b>	8,96
<b>olovo</b>	37,96	20	23,4	3,4	<b>11,2</b>	11,34
<b>železo</b>	38,00	20	24,9	4,9	<b>7,8</b>	7,87
<b>mosaz</b>	63,48	20	27,5	7,5	<b>8,5</b>	8,44–8,47

Zjištěné hustoty látek – kovových materiálů, ze kterých jsou vyrobené zkoumané předměty, jsou v rozmezí 2,7 – 11,3  $\text{g}/\text{cm}^3$ , vypočtené hodnoty hustot jsou srovnatelné s tabulkovými hodnotami.

- Výpočet provedeme dle vzorce:  $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho_{\text{Al}} = \frac{26,82}{10,0} = 2,68 \text{ g}/\text{cm}^3 \doteq 2,7 \text{ g}/\text{cm}^3$$

- Předměty k určení hustoty žákům dodáme nebo si žáci předměty přinesou sami.
- Předmět musí mít dostatečně velký objem, aby nedocházelo k velkému zkruslení hodnot objemů. Předmět se ale musí do odměrného válce vejít.
- Malých předmětů (ze stejného materiálu) musí být dostatečně velký počet. Po vložení několika stejných předmětů do odměrného válce získáme přes-

nější hodnotu celkového objemu všech předmětů, než kdybychom zjišťovali hodnotu malého objemu každého předmětu zvlášť.

- Předmět musí být homogenní (nevypočetli bychom hodnotu hustoty materiálu).

### **Úkol 2**

**Zjistěte hustotu předmětů pravidelného tvaru (s využitím matematického výpočtu objemu)**

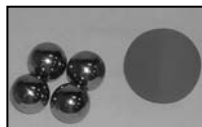
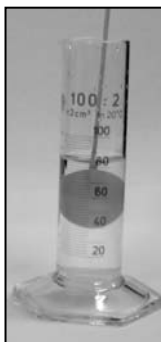
#### ***Pomůcky a chemikálie***

Váhy (technické nebo digitální předvážky s přesností 0,01 g), posuvné měřidlo, odměrný válec, předměty přesného geometrického tvaru (například kuličky, válečky, hranoly, ...) z různých materiálů, voda.

#### ***Postup***

1. Na vahách s přesností minimálně 0,1 g zvážíme předmět, hodnotu zaznamenáme do tabulky.
2. Pro matematický výpočet objemu si změříme potřebné rozměry předmětu posuvným měřidlem (pravítkem), hodnoty zaznamenáme.
3. U předmětů, kde je možno zjistit hodnotu objemu i pomocí odměrného válce, tak učiníme (slouží pro kontrolu výpočtu). Hodnoty taktéž zaznamenáme.
4. Zpracujeme výsledky měření.

#### ***Nákres***



### Výsledky a závěry

Dle tvarů předmětů vypočítáme objem měřeného tělesa:

$$\text{koule } V = \frac{4}{3}\pi r^3,$$

$$\text{válec } V = \pi r^2 v,$$

$$\text{krychle } V = a^3.$$

Zpracování výsledků experimentu:

tvar předmětu	materiál předmětu	hmotnost (g)	rozměry (cm)	objem (cm <sup>3</sup> ) (naměřený)	objem (cm <sup>3</sup> ) (vypočtený)	hustota (g/cm <sup>3</sup> )
koule	kaučuk					
koule	železo					
válec	dřevo					
krychle	dřevo					

### Poznámky k provedení

- Žáci si předměty na tento pokus donesou sami.
- Předměty mají mít pravidelný tvar, aby byli schopni spočítat objem.
- Předměty musí být homogenní.
- U předmětů, u kterých je možné změřit objem pomocí odměrného válce (dají se vložit do válce), žáci provedou i tuto úlohu a sami si tak mohou teoretickým výpočtem ověřit přesnost měření objemu pomocí odměrného válce.

Příklad zpracování výsledků experimentu:

tvar předmětu	materiál předmětu	hmotnost (g)	rozměry (cm)	objem (cm <sup>3</sup> ) (naměřený)	objem (cm <sup>3</sup> ) (vypočtený)	hustota (g/cm <sup>3</sup> )
koule	kaučuk	21,13	∅ = 3,54	24,0	23,23	0,91
koule (4ks)	železo	112,21	∅ = 1,90	14,0	14,37	7,80
válec	dřevo, lak	28,75	∅ = 2,85 v = 6,00	38,5	38,28	0,75

Objem tělesa dle výpočtu objemu pravidelného geometrického tvaru je téměř shodný se zjištěným objemem tělesa pomocí odměrného válce (objem vytlačené kapaliny). Vypočtené hodnoty hustoty se proto shodují.

### Úkol 3

#### Zjistěte hustotu vody, ethanolu a oleje

#### Pomůcky a chemikálie

Váhy (technické nebo digitální předvážky s přesností 0,01 g), tři odměrné baňky o objemu 100 cm<sup>3</sup>, voda, ethanol, olej.

#### Postup

1. Na vahách s přesností minimálně 0,01 g zvážíme prázdnou suchou odměrnou baňku ( $m_1$ ), hodnotu zaznamenáme do tabulky.
2. Odměrnou baňku naplníme až po rysku kapalinou (dolní meniskus se dotýká rysky, viz nákres) a opět zvážíme ( $m_2$ ), hodnotu zapíšeme do tabulky.
3. Zpracujeme výsledky měření.

#### Nákres



#### Vyhodnocení výsledků experimentu

kapalina	$m_1$ (g) prázdná baňka	$m_2$ (g) baňka s kapalinou	$m_1 - m_2$ (g)	objem kapaliny (cm <sup>3</sup> )	výsledná hustota (g/cm <sup>3</sup> )	tabelovaná hodnota (g/cm <sup>3</sup> )
<b>voda</b>				100		
<b>ethanol</b>				100		
<b>olej</b>				100		

### ***Výsledky a závěry***

Hustota vody je větší než hustota ethanolu a oleje.

Ethanol se s vodou mísí neomezeně, olej je ve vodě nerozpustný, proto po chvíli vyplave nad hladinu vody.

Příklad zpracování výsledků experimentu:

kapalina	$m_1$ (g) prázdná baňka	$m_2$ (g) baňka s kapalinou	$m_1 - m_2$ (g)	objem kapaliny ( $\text{cm}^3$ )	výsledná hustota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	tabelovaná hodnota ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
<b>voda</b>	35,5	134,9	99,4	100	<b>1,0</b>	<b>1,00</b>
<b>ethanol</b>	43,9	122,8	78,9	100	<b>0,8</b>	<b>0,80</b>
<b>olej</b>	35,4	126,6	91,2	100	<b>0,9</b>	<b>0,89</b>

### ***Poznámky k provedení***

- Žáci mohou zjišťovat i hustotu 20 % vodného roztoku chloridu sodného ( $1,15 \text{ g}/\text{cm}^3$ ), sacharózy (doporučení - minimálně dva roztoky), apod.

## 1.3 Námět **Čaj jako indikátor**

### *Úvod*

Acidobazické indikátory jsou látky, které mění svoje zbarvení v závislosti na prostředí: kyselém, zásaditém a neutrálním.

### *Úkol*

**Pozorujte a vysvětlete změnu zbarvení černého čaje po přidání několika kapek citrónu**

### *Pomůcky a chemikálie*

Dva hrnečky pravého černého čaje, citrón, ocet, lžička.

### *Postup*

1. Pozorujeme barvu silného pravého černého čaje v prvním hrnečku.
2. Do druhého hrnečku přidáme několik kapek citrónu a pozorujeme změnu zbarvení čaje. Zbarvení porovnáme s barvou čaje v prvním hrnečku.
3. Pokud nechceme čaj z prvního hrnečku pít, můžeme do něho kápnout několik kapek octa. Co pozorujeme?

### *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Čaj v hrnečku s citrónem či octem (kyselé prostředí) změnil svou barvu z tmavěhnědé na žlutočervenou. Citrónová šťáva či ocet představují kyselé prostředí. Čaj působí jako indikátor prostředí, tzv. acidobazický indikátor: acid = kyselina, base = zásada. **Acidobazické indikátory** jsou tedy látky, které mění svoje zbarvení v závislosti na prostředí: kyselém, zásaditém a neutrálním.

## 1.4 Námět **Je libo modré nebo červené zelí?**

### *Úvod*

Acidobazické indikátory jsou látky, které mění svoje zbarvení v závislosti na prostředí: kyselém, zásaditém a neutrálním.

### *Úkol*

**Pozorujte změny zbarvení červeného zelí v kyselém a zásaditém prostředí**

### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě misky, nakrájené červené zelí, voda, ocet, jedlá soda.

### *Postup*

1. Misky naplníme nakrájeným červeným zelím a přelijeme trochou vody.
2. Na zelí v jedné misce nalijeme několik kapek octa a obsah misky zamícháme.
3. Zelí v druhé misce posypeme jedlou sodou a obsah také zamícháme.
4. Pozorujeme zbarvení zelí v obou miskách.

### *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Nakrájené zelí v misce s octem (kyselém prostředí) změnilo svou barvu z fialové na červenou a v misce s jedlou sodou (zásadité prostředí) na modrozelenou. Červené zelí po přidání jedlé sody zmodrá (ztmavne) a po přidání octa zčervená (zesvětlá). Ocet představuje kyselé a jedlá soda zásadité prostředí. V těchto případech působí červené zelí jako indikátor prostředí, tzv. acidobazický indikátor: acid = kyselina, base = zásada. **Acidobazické indikátory** jsou tedy látky, které mění svoje zbarvení v závislosti na prostředí: kyselém, zásaditém a neutrálním.



## MODUL 2 – ENERGIE A POHYB

### 2.1 Námět **Jednoduchá exotermická a endotermická reakce**

#### *Úvod*

V průběhu exotermické reakce se uvolňuje reakční teplo  $Q$ , které označujeme jako záporné, při endotermické reakci se teplo spotřebovává, a  $Q$  označujeme jako kladné.

#### *Úkol*

**Rozhodněte, kterou látku můžeme použít jako „chemický ohříváček“**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě zkumavky, lžička, 2 teploměry (rozsah min. 150 °C), bezvodý síran měďnatý, dusičnan amonný (resp. dusičnan draselný, manganistan draselný), stříčka s vodou.

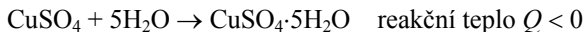
#### *Postup*

1. Do zkumavky nasypte do výšky asi 1 cm bezvodý síran měďnatý, do druhé dusičnan amonný.
2. Do zkumavek vložte teploměry tak, aby rtuťová banička teploměru byla zcela ponořena v síranu a dusičnanu, odečteme teplotu.
3. Do zkumavek přilijeme asi 1 ml vody a sledujeme teploměry, nejvyšší dosaženou teplotu zapíšeme.

látky	$T_1$ (počáteční)	$T_2$ (konečná)
CuSO <sub>4</sub>		
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>		

#### *Výsledky a závěry*

Hydratační teplo síranu měďnatého je záporné ( $-1509$  kJ/mol)  $\Rightarrow$  exotermický děj, z bezvodého síranu měďnatého vzniká při reakci s malým množstvím vody pentahydrát síranu měďnatého (skalice modrá).



Rozpouštěcí teplo dusičnanu amonného, resp. draselného i manganistanu draselného je kladné  $\Rightarrow$  endotermický děj.

### ***Poznámky k provedení***

- Příklad zpracování výsledků experimentu:

látka	$T_1$ (počáteční) °C	$T_2$ (konečná) °C
CuSO <sub>4</sub>	21	86
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	22	5

- Lze použít i jiné látky na ukázkou exo- a endotermické reakce (neutralizace, reakce kovů např. Mg, Zn, Al se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, atd.).
- Jiná varianta postupu: Žákům dáme 2 zkumavky se vzorkem a teploměrem podržet v dlaních rukou a přilijeme vodu (pozor ať zkumavku se síranem po chvíli neupustí – po přidání vody začne silně hřát!).

## 2.2 Námět **Padesát a padesát nemusí být vždycky sto!**

### *Úvod*

Částice různých látek mají různou velikost a mezi nimi je v látce volný prostor. Částice, z kterých se různé látky skládají, si tak můžeme představit jako různé velké kuličky, mezi nimiž je volný prostor. Do tohoto prostoru mohou při míchání pronikat menší částice jiné látky.

### *Úkol*

**Pozorujte a vysvětlete změny objemu při míchání různých kapalných a sypkých látek**

### *Pomůcky a chemikálie*

Tři odměrné válce na 100 ml (3 stejné úzké skleničky s ryskou označující 100 ml a 50 ml), voda, líh (ethanol), malá a větší zrnka (např. hrách a ječné krupice).

### *Postup*

1. Ve dvou odměrných válcích (skleničkách) naměříme přesně 50 ml lihu a 50 ml vody.
2. Ve třetím válci obě kapaliny smícháme a změříme objem výsledné směsi.
3. Jak vysvětlíme výsledek?
4. Provedeme pokus ještě jednou a použijeme místo kapalin sypké látky. Ty mohou představovat modely částic kapalin. Menší částice (např. semínka ječné krupice) mohou představovat částice jedné látky (např. vody) a větší částice (např. hrách) částice druhé látky (např. líh).
5. V odměrných válcích „naměříme“ co možná nejpřesněji 50 ml kuliček hrachu a 50 ml semínek ječné krupice.
6. Oba „objemy“ smícháme ve třetím odměrném válci.
7. Jak vysvětlíme výsledek nyní?

### ***Obrázek***



### ***Výsledky a závěry***

Smícháním obou naměřených objemů kapalin stejně tak jako „naměřených“ objemů „částic“ získáme menší objem, než je součet obou výchozích objemů.

## 2.3 Námět **Pohyb částic v prostředí – difuze**

### *Úvod*

Difuze je pronikání částic jedné látky mezi částice látky jiné.

### *Úkol*

**Pozorujte a vysvětlete princip difuze**

### *Pomůcky a chemikálie*

Skleněná trubička nebo slámka na pití, odměrný válec nebo vyšší sklenice, barevný ovocný sirup.

### *Postup*

1. Do skleněné trubičky nebo slámky nabereme (ponořením a ucpáním protilehlého konce) asi „2 cm“ sirupu.
2. Trubičku se sirupem vložíme až na dno skleněného válce (sklenice), který potom naplníme vodou.
3. Poté uvolníme ucpaný konec trubičky a z válce ji opatrně vyjmeme.
4. Pozorujeme pohyb částíček ovocného sirupu ve vodě.

### *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Proti bílému pozadí pozorujeme, jak se uvolňují částice sirupu a s vodou postupně tvoří barevný roztok. Je možné pozorovat i jejich pohyb proti zemské přitažlivosti. Tento jev nazýváme **difuze**.

## 2.4 Námět **Pohyb molekul plynů**

### *Úvod*

Molekuly plynů se pohybují různou rychlostí, která závisí na velikosti a hmotnosti molekuly.

### *Úkol*

**Zjistěte, která z molekul ( $\text{NH}_3$  nebo  $\text{HCl}$ ) se pohybuje větší rychlostí**

### *Pomůcky a chemikálie*

2 malé kádinky, skleněná trubice (průměr asi 1,5 cm, 40 cm dlouhá), kousek filtračního papíru, pinzeta, vodný roztok amoniaku a chlorovodíku.

### *Postup*

1. Do jedné kádinky nalijeme asi 2 ml amoniaku a do druhé 2 ml kyseliny chlorovodíkové.
2. Dlouhou skleněnou trubici upevníme vodorovně ve stojanu a vložíme do ní ve stejný okamžik na jednom konci filtrační papír nasáklý koncentrovaným amoniakem a na druhém konci nasáklý koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou.

### *Nákres*



### *Výsledky a závěry*

Po chvíli se vytvoří prstenec bílého dýmu chloridu amonného v nestejně vzdálenosti od obou konců trubice (amoniak difunduje ve vzduchu rychleji než chlorovodík).

## 2.5 Námět **Barviva z lentilek**

### *Úvod*

Jeden ze způsobů oddělování složek směsi (např. jednotlivých barev použitého barviva) je **chromatografie**. Při **chromatografii** jsou složky směsi unášeny rozpouštědlem různou rychlostí na nosiči (při papírové chromatografii na papíru).

### *Úkol*

**Pomocí papírové chromatografie rozdělíte jednotlivé barvy potravinářského barviva**

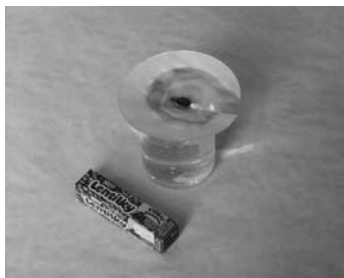
### *Pomůcky a chemikálie*

Lentilky (nejlépe hnědé a oranžové barvy), sklenička, kousek filtračního (nebo i novinového papíru), voda, nůžky.

### *Postup*

1. Z filtračního (novinového, co nejméně popsaného) papíru vystříhneme kruh větší než je průměr skleničky s vodou.
2. Do středu filtračního papíru nastříhneme asi 1 cm široký proužek a zahneme ho kolmo k papíru.
3. Filtrační papír položíme na skleničku s vodou a nastřížený proužek („knot“) ponoříme do vody.
4. Na střed filtračního papíru položíme vodou navlhčenou lentilku.
5. Po chvíli se filtrační papír začne pomocí „knotu“ nasávat vodou z kádinky a kolem lentilky se začnou objevovat různé složky barviva.

### *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Kolem lentilky se začnou objevovat různé složky barviva. Barevné složky je možné porovnat s údaji výrobce na obalu lentilek – s tzv. „éčky“ (E přídatné látky – aditiva). Kterou barvu jednotlivá „éčka“ představují, najdeme např. na Internetu.

## 2.6 Námět **Barviva černých fixů**

### *Úvod*

Není černá jako černá. O tom se můžeme přesvědčit velmi jednoduchým způsobem, pomocí papírové chromatografie můžeme zjistit, z kterých barev různí výrobci míchají černou barvu fixů.

### *Úkol*

**Zjistěte, z kterých barviv jsou složeny černé barvy několika různých fixů**

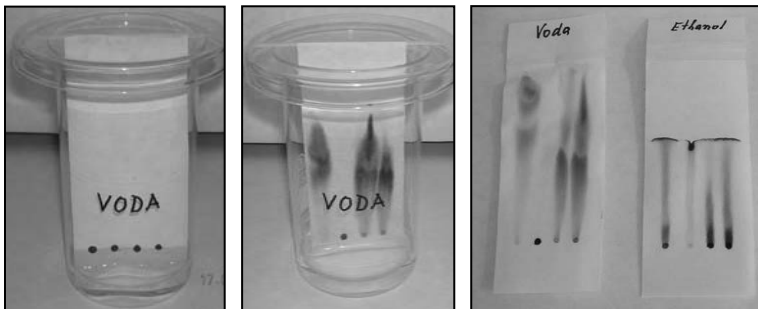
### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě vyšší kádinky, filtrační papír, špejle, kancelářské sponky, několik černých fixů různých druhů a výrobců, 2 Petriho misky, nůžky, ethanol.

### *Postup*

1. Na 2 proužky filtračního papíru asi 2,5 cm od spodního okraje nakreslíme tužkou čáru – start.
2. Na start namalujeme černými fixy stejně velké tečky – zachováme stejné pořadí na obou papírech.
3. Do jedné kádinky nalijeme do výšky 2 cm jedno rozpouštědlo – vodu, do druhé ethanol.
4. Filtrační papír se vzorky fixů zavěsíme na špejli tak, aby barvivo nebylo ponořeno do rozpouštědla. Kádinky přikryjeme Petriho miskami.
5. Rozpouštědlo necháme vzlínat až do výšky 5 cm od horního okraje papíru.
6. Filtrační papír vyjmeme a necháme volně uschnout.

### *Obrázek 1*





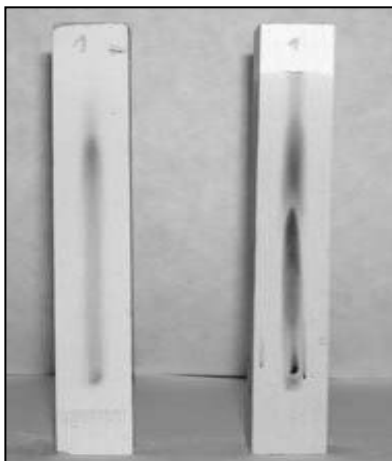
### **Výsledky a závěry**

Barviva zkoumaných vzorků – černých fixů se v jednotlivých rozpouštědlech rozdělila různě. Černá barva je směsí barviv modré, fialové, červené, šedé. Každý výrobce fixů používá jinou směs barviv.

### ***Poznámky k provedení***

- Můžete použít k dělení např. i zelené fixy.
- Dobře lze rozdělit barvivo fixů obdobným způsobem i na křídě (viz obr. 2).

### ***Obrázek 2***



## MODUL 3 – ENERGIE A LÁTKA

### 3.1 Námět **Jak získat krásné krystaly cukru?**

#### *Úvod*

Krystalizace je separační metoda, s jejíž pomocí je možné oddělit čistou látku v podobě krystalů od nečistot, které zůstanou v roztoku nebo rozptýlené v rozpouštědle.

#### *Úkol*

##### **Proveďte krystalizaci nasyceného cukerného roztoku**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Cukr, malá zavařovací sklenice s víčkem (např. od dětské výživy), bavlněné nebo vlněné vlákno, utěrka (noviny), hrnec s teplou vodou, lepicí páska.

#### *Postup*

1. Do víčka zavařovací sklenice uděláme tři otvory pro upevnění textilních vláken (jejich délka bude asi 2/3 výšky zavařovací sklenice).
2. Do zavařovací sklenice nalijeme asi 2 dl vody a ve vodní lázni (v teplé vodě v hrnci) v ní rozpustíme co největší množství cukru (aby vznikl nasycený roztok).
3. Sklenici postavíme na utěrku nebo na noviny (je to nutná tepelná izolace) a do roztoku ponoříme vlákna zavěšená v otvorech víčka a zajištěná páskou.
4. Sklenici ponecháme jeden den v klidu a potom pozorujeme a popíšeme vzniklé krystaly.

#### *Výsledky a závěry*

Při krystalizaci se vylučují z roztoku rozpuštěné pevné látky v podobě krystalů. Krystalizací je možné oddělit čistou látku v podobě krystalů od nečistot, které zůstanou v roztoku nebo spíše rozptýlené v rozpouštědle.

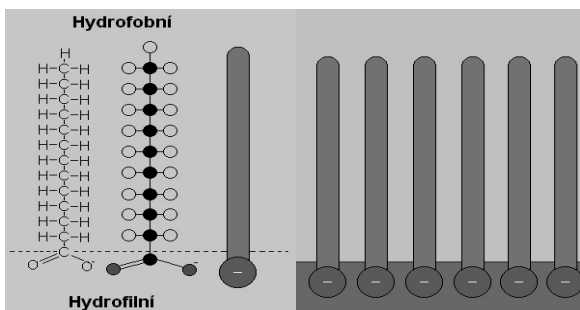
## 3.2 Námět **Mýdlo snižuje povrchové napětí vody**

### **Úvod**

Mýdlo je chemická látka (sůl vyšších mastných kyselin) skládající se z mnoha malých částic - **molekul**. Tyto molekuly mají dva různé konce:

- konec **hydrofilní** – tzn. "vodě přátelský";
- konec **hydrofobní** – tzn. "vodě nepřátelský";

### **Obrázek**



Při rozpouštění pronikají „hlavičky“ – hydrofilní konce molekul do vodní hladiny, rovnají se v ní paralelně (tj. vedle sebe), rozdělují ji a tím snižují její povrchové napětí.

### **Úkol**

**Pozorujte vliv mýdla na povrchové napětí vody**

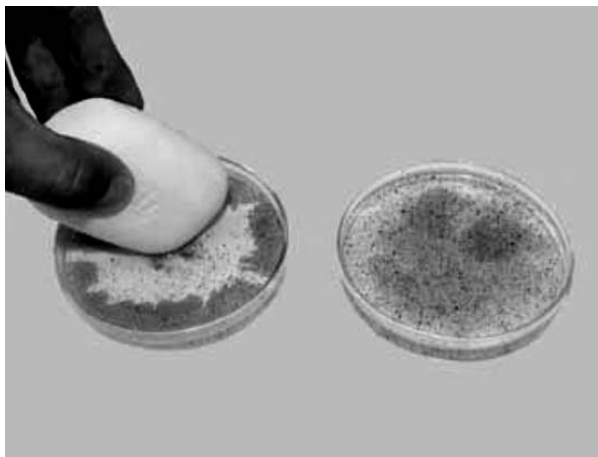
#### **Pomůcky a chemikálie**

Miska, voda, mletý pepř, mýdlo.

#### **Postup**

1. Misku naplníme do poloviny vodou.
2. Na vodní hladinu nasypeme pepř.
3. Doprostřed vodní hladiny ponoříme růžek mýdla.
4. Pozorujeme povrch vody s pepřem.

### *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Při dotyku mýdla s vodní hladinou došlo v místě dotyku ke snížení povrchového napětí a následnému pohybu zrnček pepře. Pepř v místě dotyku mýdla propadl na dno, nebo se „*uhnul*“ k okraji misky.

### 3.3 Námět **Mýdlový roztok má emulgační účinek na olej a tuk**

#### *Úvod*

K mytí mastného nádobí nám nestačí jen voda, ale potřebujeme ještě nějaký mycí prostředek (saponát). Ten způsobí, že tuk je lépe odstraněn.

#### *Úkol*

**Pozorujte emulgační účinky mýdlového roztoku**

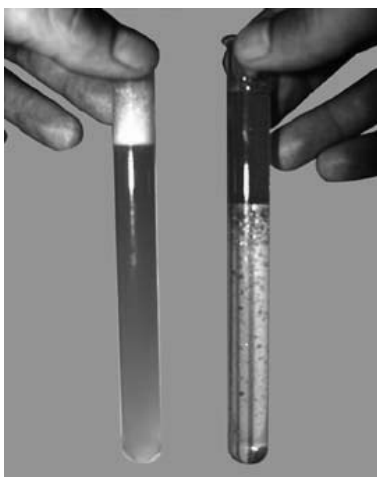
#### *Pomůcky a chemikálie*

Olej, voda, saponát, červená paprika, 2 zkumavky + 2 korkové zátky (uzavíratelné průhledné nádoby), 2 malé sklenice.

#### *Postup*

1. Červenou paprikou obarvíme olej.
2. Obě zkumavky naplníme do poloviny vodou.
3. Do jedné zkumavky (č.1) přidáme pár kapek saponátu.
4. Do obou zkumavek nalijeme asi 1 cm vysoký sloupec oleje.
5. Zkumavky uzavřeme, řádně protřepeme a pozorujeme změny.

#### *Obrázek*



### ***Výsledky a závěry***

Zkumavka č. 1: olej se ve formě velmi malých kapek promíchal s vodou; zkumavka č. 2: po skončení protřepávání se olej opět oddělil od vody a plave na hladině.

Olej je **hydrofobní** kapalina. Saponát obsahuje, podobně jako mýdlo, částice – molekuly, které mají hydrofilní a hydrofobní konec. Podle principu *stejný se rozpouští ve stejném* pronikají hydrofobní konce molekul saponátu do oleje, kdežto hydrofilní konce „vyčnívají“ z povrchu každé olejové kapky. Tyto hydrofilní konce jsou stejně, záporně, nabity a navzájem se odpuzují. Nemohou se tedy opět shlukovat a vznášet se, jelikož jsou velmi lehké, ve vodě. Taková směs kapalin se nazývá **emulze**.

### 3.4 Námět **Mýdlový roztok působí aktivně na rozhraní oleje a vody**

#### *Úvod*

Olej je viskózní kapalina, ale má menší hustotu než voda. Když nalijeme olej do vody, oddělí se vrstva oleje od vody a plave na hladině. Nalijeme-li do oleje vodu, stoupá olej k hladině a opět se vytvoří vrstva oleje na hladině vody. Co se stane, postavíme-li do nádoby s vodou lahvičku s úzkým hrdlem plnou oleje? Jelikož je olej lehčí než voda, měl by vystoupit a na hladině vytvořit vrstvu. Bude tomu tak?

#### *Úkol*

**Pozorujte jevy na rozhraní dvou nemísitelných kapalin**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě malé sklenice, mletá paprika, tyčinka, malá lahvička (s úzkým hrdlem), velká sklenice (např. zavařovací sklenice), prostředek na mytí nádobí (používáme místo mýdlového roztoku - princip účinku je stejný a manipulace je snadnější).

#### *Postup*

1. Červenou paprikou obarvíme olej.
2. Obarveným olejem naplníme malou lahvičku až po okraj.
3. Velkou sklenici naplníme vodou tak, aby hladina byla asi o 3 - 4 cm výše než hrdlo lahvičky.
4. Lahvičku s olejem vložíme do sklenice s vodou.
5. Láhev s mycím prostředkem ponoříme nad hrdlo lahvičky a vymáčkneme několik kapek prostředku.
6. Pozorujeme změny.

## *Obrázek*



### *Výsledky a závěry*

Olej, ačkoliv je lehčí než voda, zůstává nejprve v lahvičce. Teprve po přidání mycího prostředku začal olej nitkovitě stoupat vzhůru na vodní hladinu. Každá pevná nebo kapalná látka má povrch, tedy hranici se vzduchem nebo jinou látkou, např. vodou. Napětí na povrchu se označuje **povrchové napětí**. Na rozhraní olej - voda existuje napětí, které brání **vypuštění oleje do vody**. Úzký otvor v láhvi dostatečně sníží výtlačovou sílu oleje a kromě toho působí na olej tlakem i voda stojící nad olejem. Několik kapek saponátu sníží povrchové napětí vody nad olejem, a ten se začne uvolňovat do vody.



### 3.5 Námět **Mýdlový roztok smáčí kůži**

#### **Úvod**

Při mytí rukou nepoužíváme jen vodu, ale také mýdlo. Mýdlo zřejmě způsobuje, že mytí jde lépe a nečistoty lehčeji pouští z kůže.

#### **Úkol**

**Pozorujte vliv mýdlového roztoku na snášivost kůže rukou**

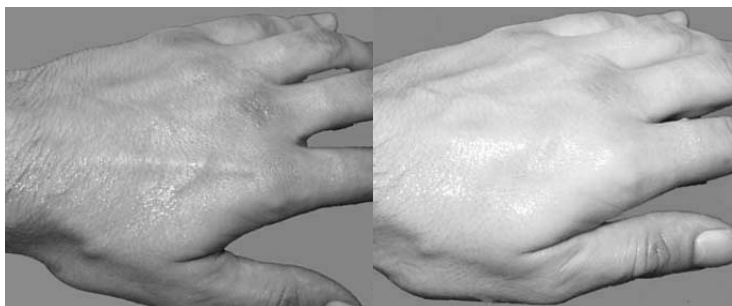
#### **Pomůcky a chemikálie**

Umyvadlo s vodou, mýdlo.

#### **Postup**

1. Naplníme umyvadlo vodou, ponoříme do ní ruce, vytáhneme je a pozorujeme (obr. vlevo).
2. Namydlíme si ruce, opláchneme je a opět pozorujeme (obr. vpravo)

#### **Obrázek**



#### **Výsledky a závěry**

Voda se „perlí“ na kůži, ruce jsou mokré jen z části. Zůstávají vodou nepokryté plochy. Mýdlový roztok (voda s mýdlem) je na kůži stejnoměrně rozložen; říkáme, že smáčí kůži. Smáčení předmětu kapalinou se projevuje tím, že kapalina je rovnoměrně rozložena na jeho povrchu, např. na povrchu nádobí, na kůži ruky atd. ... Mycí účinek mýdla (nebo jiného mycího prostředku) se zvyšuje smáčením povrchu mytého předmětu.

## MODUL 4 – INTERAKCE LÁTEK

### 4.1 Námět **Vlastnosti kovů – mohou kovy hořet?**

#### *Úvod*

Většina prvků v periodické tabulce jsou kovy. Kovy mají charakteristické fyzikální vlastnosti – jsou kujné, tažné, vedou teplo a elektrický proud, kromě rtuti to jsou za normální teploty pevné látky. Mají společné některé chemické vlastnosti.

#### *Úkol 1*

**Zjistěte, jestli můžeme kovy zapálit**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Tvrký papír, prázdná stříčka, ochranné brýle, plynový kahan, práškové kovy – hliník, měď, železo, zinek, 20 cm drátu z hliníku, mědi, železa.

#### *Postup*

1. Jeden konec kovového drátu vložíme do plamene kahanu a silně zahříváme, až je drát rozžhavený do červeného žáru (snažíme se drát zapálit). Poté drát odložíme na nehořlavou podložku.
2. Postupně vyzkoušíme zapálit všechny předložené kovové dráty.
3. Z tvrdšího papíru (3 × 20) cm zhotovíme žlábek, do kterého nasypeme ½ lžičky práškového kovu (např. Zn, Al, Cu, Fe apod.).
4. Pomocí prázdné stříčky sfoukneme z papíru práškový kov přímo do plamene – kov hoří.

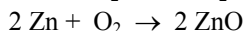
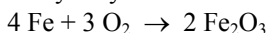
#### *Obrázek*



### ***Výsledky a závěry***

Kovové dráty se nepodaří zapálit, protože mají malý povrch, který se při vložení do plamene pokryje tenkou vrstvou oxidu kovu a tím zabraňuje další oxidaci (reakci molekul kovu se vzdušným kyslíkem).

Jemně práškové kovy mají velký povrch a proto kovový prach v plameni kahanu hoří – kovy se slučují vzdušným kyslíkem za vzniku oxidů, např.:



### ***Poznámky k provedení***

Můžete vytvořit i směs kovů a sfouknout je stříčkou do plamene najednou.

### ***Úkol 2***

#### **Zjistěte zda kovy hoří v chloru**

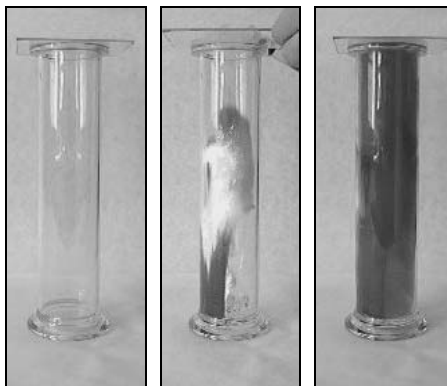
### ***Pomůcky a chemikálie***

Spalovací lžička, písek, kahan, demonstrační válec naplněný chlorem, práškové železo.

### ***Postup***

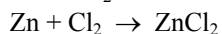
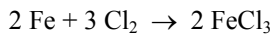
1. Na spalovací lžičku nasypeme malé množství práškového železa.
2. Lžičku s práškovým železem nad plamenem kahanu intenzivně nahřejeme a poté rychle vsypeme do demonstračního válce s chlorem (na dně musí být vrstva písku).

### ***Obrázek***



### ***Výsledky a závěry***

Proběhne bouřlivá exotermická reakce, železo v chloru hoří, vzniká rezavě-hnědý chlorid železitý. Obdobně reaguje i práškový zinek, vzniká chlorid zinečnatý.



### ***Poznámky k provedení***

Chlor připraví předem učitel reakcí manganistanu draselného s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou.

## 4.2 Námět     **Jak se získávají kovy**

### *Úvod*

Kovy se získávají nejčastěji z minerálů redukční reakcí. I v laboratoři můžeme vyzkoušet, jak taková redukce probíhá.

### *Úkol*

**Proveďte redukci oxidu měďnatého vodíkem**

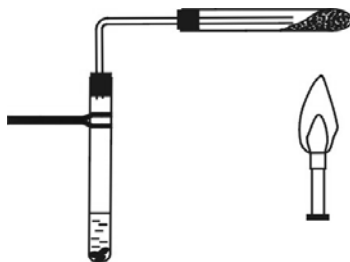
### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě zkumavky, zátka s odvodnou trubičkou, kahan, zinek, zředěná kyselina chlorovodíková (1:1), oxid měďnatý.

### *Postup*

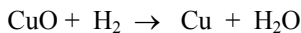
1. Do dolní části zkumavky, vodorovně umístěné ve stojanu, nasypeme půl malé lžičky oxidu měďnatého.
2. Do druhé zkumavky dáme 3 – 4 granule zinku a přilijeme 5 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové. Po chvíli zkumavku uzavřeme zátkou s odvodnou trubičkou.
3. Nad oxid měďnatý trubičkou přivádíme proud vodíku. Jakmile vodík vytlačí vzduch ze zkumavky, uzavřeme její ústí vatou a prostor s oxidem měďnatým zahříváme.

### *Nákres*



### *Výsledky a závěry*

Pozorujeme změnu barvy černého oxidu měďnatého na červenou měď a orosení zkumavky. Vodík má redukční účinky, používá se i při průmyslové výrobě jiných kovů.



### 4.3 Námět **Vodotrysk – rozdělená dvoubarevná fontána**

#### *Úvod*

Amoniak je plynná látka, která je velmi dobře rozpustná ve vodě. Jestliže vodný roztok amoniaku zahřejeme, amoniak se uvolní, ale můžeme ho snadno opět ve vodě rozpustit.

#### *Úkol*

**Ověřte velmi dobrou rozpustnost  $\text{NH}_3$  ve vodě**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Varná baňka (min. 250 cm<sup>3</sup>), zátka se skleněnou trubičkou (asi 20 cm dlouhá), 2 velké kádinky, kahan; konc. vodný roztok amoniaku, bromthymolová modř nebo výluh z červeného zelí, fenolftalein, nasycený roztok chloridu sodného (asi 60 g NaCl rozpustíme v 250 cm<sup>3</sup> vody), kyselina chlorovodíková, voda

#### *Postup*

1. Do velké kádinky nalijeme roztok chloridu sodného a přilijeme pár kapek fenolftaleinu.
2. Do druhé kádinky dáme vodu, přilijeme acidobazický indikátor a přikápneme malé množství HCl, až se indikátor zbarví barvou charakteristickou pro kyselou oblast.
3. Do baňky nalijeme 3 – 5 ml koncentrovaného amoniaku a uzavřeme ji zátkou se skleněnou trubičkou.
4. Baňku zahříváme krouživým pohybem nad plamenem kahanu, až začne unikat amoniak, baňku rychle převrátíme dnem vzhůru a skleněnou trubičku vložíme do kádinky s roztokem chloridu sodného. Po chvíli začne voda stoupat trubičkou vzhůru, pak prudce stříkat do baňky.
5. Počkáme, až roztok v baňce dosáhne ani ne 1/4 objemu baňky, trubičku pod hladinou ucpeme ukazováčkem a přeneseme baňku do druhé kádinky s vodou a acidobazickým indikátorem a necháme ji stříkat do baňky.

### ***Obrázek***



### ***Výsledky a závěry***

Jakmile se dostane do baňky trošku vodného roztoku soli, začne se plynný amoniak rozpouštět ve vodě, v baňce vznikne podtlak a ten vyvolá rychlé nasávání roztoku z kádinky – vodotrysk červenofialové barvy. Po změně kádinek s indikátory, stříká do baňky voda - vodotrysk modré barvy. Roztok chloridu sodného má větší hustotu (asi  $1,15 \text{ g/cm}^3$ ) než voda ( $1 \text{ g/cm}^3$ ), proto se v baňce ihned nemísí s přitékající vodou a vznikají dvě různě zbarvené vrstvy.

### ***Poznámky k provedení***

- Při změně kádinek s roztoky, musíte trubičku dobře ucpat prstem, aby nedošlo k nasátí vzduchu do baňky.
- Nepoužívejte Erlenmayerovu baňku – nebezpečí imploze.
- Roztok amoniaku musí být dostatečně zahřátý, aby se baňka naplnila plyným amoniakem.

## MODUL 5 – VLNĚNÍ, ZVUK A SVĚTLO

### 5.1 Námět **Vodíkové varhany**

#### *Úvod*

Zvukové efekty doprovází řadu chemických reakcí, např. výbuch, šumění (při úniku plynu), apod. Můžeme však „vyloudit i libé zvuky“.

#### *Úkol*

**Sestavte podle návodu „vodíkové varhany“**

#### *Pomůcky a chemikálie*

Baňka, zátka se skleněnou hořákovou trubičkou, špejle, 3 různě široké (1 – 2 cm) skleněné trubice délky (30 – 40 cm), ochranný obličejový štít, granulovaný zinek, zředěná kyselina chlorovodíková (1 : 1).

#### *Postup*

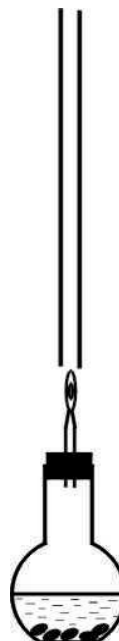
1. Do baňky nasypeme 2 lžičky zinku a přilijeme přibližně 20 ml zředěné kyseliny chlorovodíkové (1 : 1). Necháme chvíli vyvíjet vodík, aby vytlačil vzduch z baňky.
2. Poté baňku uzavřeme zátkou se skleněnou hořákovou trubičkou a opět necháme chvíli unikat vodík z trubičky.
3. Když je baňka naplněna pouze vodíkem, nasadíme si ochranný štít a zapálíme špejlí unikající vodík u hořákové trubičky.
4. Nad plamínek hořícího vodíku přikládáme kolmo skleněnou trubici a pohybujeme jí nahoru dolů – po chvíli trubice vyluzuje různé tóny.

#### *Nákres*

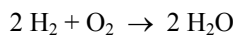
#### *Výsledky a závěry*

Zvuky vydává rezonující sloupec horkého vzduchu v trubici. Výška a hlasitost tónu se dá ovlivnit rozměry trubice (různá délka různá šířka).

Trubice se orosí, při hoření vodíku vzniká vodní pára, která kondenzuje na chladných stěnách.







***Poznámky k provedení***

- Při zapalování vodíku musíme dávat pozor, aby v baňce nebyla směs vodíku se vzduchem – je to silně třaskavá směs.
- Pokud plamen zhasne, můžeme vodík opakovaně zapálit.

## 5.2 Námět **Vliv světla na průběh reakce**

### *Úvod*

Průběh některých chemických reakcí můžeme ovlivnit působením světla, stačí dát reakční směs na sluníčko nebo pod lampu.

### *Úkol*

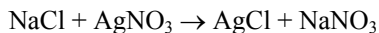
**Pozorujte působení světla na halogenidy stříbra**

### *Pomůcky a chemikálie*

Kádinka, filtrační papír, 2 mechanické rozprašovače, 2 předlohy na zastínění, gumové rukavice, 5% roztok chloridu draselného, 1% roztok dusičnanu stříbrného.

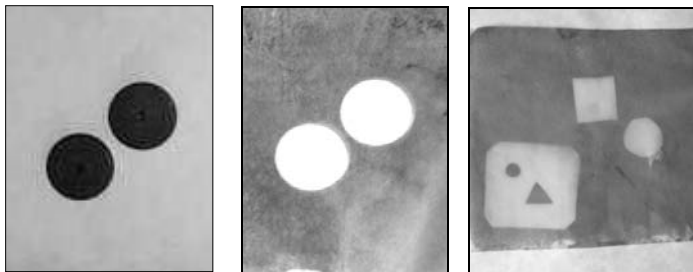
### *Postup*

1. Kousek filtračního papíru postříkáme pomocí rozprašovače roztokem chloridu sodného a necháme lehce oschnout (např. papír položíme na kádinku).
2. Po chvíli papír postříkáme roztokem dusičnanu stříbrného a položíme ho na kancelářský papír.



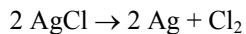
3. Na plochu rychle rozmístíme stínící předlohy (víčko od lahve, vystřižené obrázky apod.) a papír dáme na světlo (na sluníčko nebo pod lampu). Po 5 – 7 minutách stínící předlohy odstraníme a sledujeme změny.

### *Obrázky*



### ***Výsledky a závěry***

Osvětlená část papíru po chvíli šedne, pod stínítky zůstal papír bílý. Působením světla, v tenké vrstvě chloridu stříbrného vzniká černé koloidní stříbro.



Halogenidy stříbrné jsou citlivé na světlo, této vlastnosti se využívá v černobílé fotografii, citlivou vrstvu na světlo tvoří bromid stříbrný.

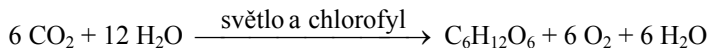
### ***Poznámky k provedení***

Při práci použijte např. jednorázové chirurgické rukavice, protože i na rukou se potřísněná místa dusičnanem nebo chloridem stříbrným zbarvují působením světla černě.

### 5.3 Námět **Fotosyntéza – vliv světla**

#### **Úvod**

V zelených rostlinách probíhá fotosyntéza, při níž za využití slunečního záření a přítomnosti chlorofylu (zeleň listová) vznikají z jednoduchých anorganických látek (oxidu uhličitého a vody) látky organické (cukry) a uvolňuje se kyslík. Zjednodušené schéma průběhu fotosyntézy:



#### **Úkol**

**Zjistěte, zda probíhá fotosyntéza i bez přístupu světla**

#### **Pomůcky a chemikálie**

Dvě kádinky 100 ml, hodinové sklo, alobal, ethanol, roztok jodu v jodidu draselném (Lugollův roztok), přírodní materiál – zelená rostlina

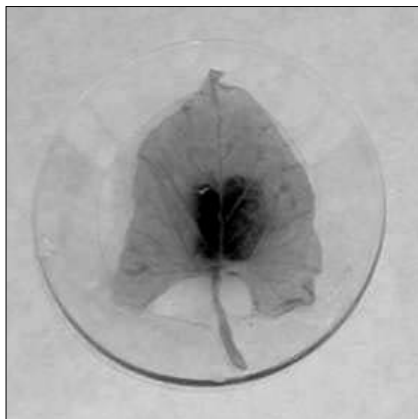
#### **Postup**

1. Na rostlině zastíníme kouskem alobalu část listu. Po třech dnech odřízneme zastíněný list a jeden osvětlený list. Porovnáme zbarvení čepele listů. Osvětlená část listu zůstala zelená, v neosvětlené části se chlorofyl rozložil a list je světle-žlutý.



2. Částečně osvětlený list spaříme v kádince horkou vodou, vodu slijeme (po 4 min). Poté přilijeme horký ethanol - extrahujeme chlorofyl z listu. Odbarvený list důkladně propláchneme vodou a potřeme zředěným roztokem jodu v jodidu draselném – osvětlená část listu se zbarví modře.

### ***Obrázek***



### ***Výsledky a závěry***

Důkaz škrobu se provádí jodem, pokud reakční směs obsahuje škrob, po přidavku jodu zmodrá.

Proto v našem experimentu roztok jodu zbarvil modře tu část listu, která ještě obsahovala zeleň listovou (osvětlená část), zde probíhala fotosyntéza, při které vzniká škrob.

### ***Poznámky k provedení***

- Zastínění listu proveďte pečlivě.
- Je lepší použít živou rostlinu, např. kterou si předpěstujete.

## MODUL 6 – ELEKTRICKÁ ENERGIE, JEJÍ ZDROJE A PŘENOS

### 6.1 Námět **Co můžeme získat spojením eurocentu a padesátihaléře?**

#### *Úvod*

Hodnota naměřeného napětí mezi dvěma různými vodivě propojenými kovy závisí na jejich kombinaci jako elektrod (ušlechtilějšího s méně ušlechtilým – viz známá Beketovova řada napětí kovů).

#### *Úkol*

**Změřte napětí galvanického článku vytvořeného z eurocentu a padesátihaléře**

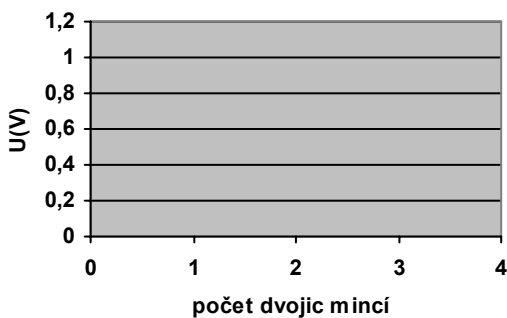
#### *Pomůcky a chemikálie*

Několik eurocentů a padesátihaléřů, novinový papír, kuchyňská sůl, voda, voltmetr s rozsahem do 2 V s měřicími vodiči, kolíček na prádlo.

#### *Postup*

1. Mezi desetihaléř a eurocent vložíme kousek novinového papíru navlhčeného ve vodném roztoku kuchyňské soli a zajistíme je kolíčkem.
2. Citlivým voltmetrem změříme napětí takto připraveného galvanického článku.
3. Dále přidáváme další dvojice mincí oddělené navlhčeným papírem a do grafu závislosti napětí článku na počtu dvojic mincí (viz obrázků dole) zapisujeme hodnoty změřených napětí.
4. Co získáme spojením eurocentu a desetihaléře, co spojením eura a koruny? Na čem závisí hodnota získaného napětí?

## Obrázek



## Výsledky a závěry

Naměřené hodnoty napětí dokazují, že elektrickým obvodem prochází elektrický proud. Takové zařízení je zdrojem elektrické energie (dokud se nevybije) a nazývá se galvanický článek. Hodnota naměřeného napětí závisí na kombinaci použitých kovů jako elektrod (ušlechtilějšího s méně ušlechtilým – viz známá Beketovova řada napětí kovů). Najděte na Internetu nebo z jiného zdroje složení použitých mincí a pokuste se zdůvodnit průběh pokusu.

## 6.2 Námět **Jak vyčistit stříbrný nebo postříbřený předmět?**

### *Úvod*

Rozkladu nečistot na čištěném kovovém předmětu pomáhá galvanický článek tvořený dvěma různými kovovými elektrodami (např. stříbrnou (čištěný předmět) a hliníkovou (fólie) elektrodou).

### *Úkol*

**Vyčistěte stříbrný šperk pomocí galvanického článku**

### *Pomůcky a chemikálie*

Dvě větší sklenice (velké zavařovací sklenice nebo pivní půllitry), hliníková fólie (alobal používaný v kuchyni), znečištěné stříbrné a postříbřené předměty (řetízek, příbor apod.), soda nebo kuchyňská sůl, voda, lžice.

### *Postup*

1. V jedné sklenici připravíme roztok soli tak, že v půl litru teplé vody rozpustíme asi 3 polévkové lžice soli.
2. Druhou sklenici vyložíme hliníkovou fólií na kterou položíme čištěný předmět.
3. Čištěný předmět ve sklenici přelijeme roztokem soli, aby byl celý ponořený.
4. Po vyčištění předmět opláchneme čistou vodou.

### *Výsledky a závěry*

Asi po půlhodinovém čištění předmětu zjistíme zřetelnou změnu povrchu. Černé nečistoty na povrchu (hlavně sulfidy) postříbřených předmětů způsobené většinou v potu obsaženým sirovodíkem mizí. Uvolňovaný sirovodík (sulfan) můžeme po chvíli čištění nad roztokem ucítit. Rozkladu nečistot na čištěném předmětu pomáhá galvanický článek tvořený stříbrnou (čištěný předmět) a hliníkovou (fólie) elektrodou.



## MODUL 7 – ELEKTRICKÉ SYSTÉMY A ŽIVÉ ORGANISMY

### 7.1 Námět **Důkaz bílkovin v přírodním materiálu**

#### *Úvod*

Živé organismy obsahují bílkoviny, které můžeme dokázat jednoduchou biuretovou reakcí – v alkalickém prostředí bílkoviny reagují s měďnatým kationtem, dojde k modrofialovému zbarvení reakční směsi.

#### *Úkol*

**Zjistěte pomocí biuretové reakce, které předložené vzorky obsahují bílkovinu**

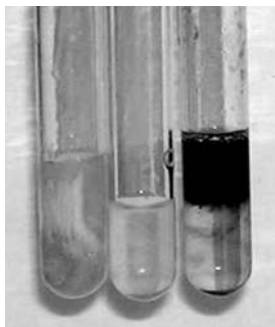
#### *Pomůcky a chemikálie*

Sada zkumavek, skleněná tyčinka, 2% roztok hydroxidu sodného, 5% roztok síranu měďnatého, vzorky látek (bílek, tvaroh, rozdrčený hrách, mouka, kvasnice, cukr, škrob, zvířecí chlupy, peří ...)

#### *Postup*

1. Do zkumavky dáme asi do výšky 1 cm jeden vzorek, přilijeme asi 2 ml vody.
2. K reakční směsi přikápneme 3 – 4 kapky roztoku síranu měďnatého, směs promícháme a přilijeme asi 3 – 4 ml hydroxidu sodného, opět zamícháme.
3. Podle výsledného zbarvení směsi, rozhodneme, zda obsahuje bílkovinu (viz obr. reakce bílku).

#### *Obrázek*



### ***Výsledky a závěry***

Pokud reakční směs obsahuje bílkovinu, zbarví se ihned nebo po chvíli modrofialově. Touto reakcí dokazujeme přítomnost peptidové vazby **-CO-NH-**, která je ve všech bílkovinách. Peptidové vazby tvoří s měďnatým kationtem v alkalickém prostředí barevný - modrofialový komplex.

Z uvedených vzorků bílkovinu obsahuje bílek, tvaroh, hrách, mouka, kvasnice, chlupy, peří. Bílkovina není přítomná v cukru a ve škrobu.

### ***Poznámky k provedení***

Luštěniny (hrách, čočka, fazole, sóju) den předem namočte do vody, dají se pak lépe rozdrtit.

## 7.2 Námět **Oxid uhličitý ve vydechaném vzduchu**

### *Úvod*

Vzduch, který dýcháme obsahuje 79 % dusíku, 21 % kyslíku a přibližně 0,03 % oxidu uhličitého. Část kyslíku se spotřebuje v lidském těle v buňkách a proto vydechaný vzduch má kolem 14 % kyslíku, asi 5 % oxidu uhličitého (produkt buněčného dýchání) a proměnlivé množství vodní páry.

### *Úkol*

**Dokažte oxid uhličitý ve vydechaném vzduchu acidobazickým indikátorem**

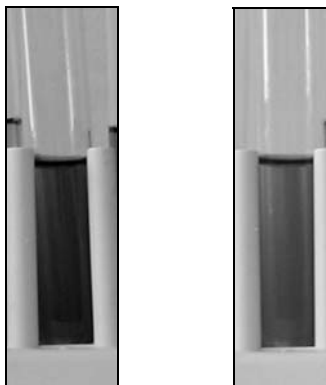
### *Pomůcky a chemikálie*

Čtyři zkumavky, brčko, držák na zkumavku, bromthymolová modř nebo ethanolický výluh z červeného zelí, voda (musí být z vodovodu – ne destilovaná!)

### *Postup*

1. Zkumavku naplníme asi do 1/2 vodou z vodovodu a přidáme 2 – 4 kapky indikátoru bromthymolové modři nebo výluhu z červeného zelí. Objem zkumavky rozlijeme na dva stejné podíly, aby nám zůstal jeden vzorek pro srovnání.
2. Vodu s indikátorem v jedné zkumavce probubláváme pomocí brčka vydechaným vzduchem, až dojde ke změně zbarvení (srovnáme s původním vzorkem).

### *Obrázek*



### ***Výsledky a závěry***

Vydechovaný vzduch obsahuje oxid uhličitý, který se při probublávání do vody rozpouští, vzniká kyselý roztok oxidu uhličitého ve vodě (nestabilní kyselina uhličitá), proto acidobazický indikátor změni barvu (srovnáme s původním vzorkem).

#### ***Bromthymolová modř***

- na počátku byl vodný roztok modrý,
- po probublání vydechovaným vzduchem zezelená.

#### ***Výluh z červeného zeli (viz obrázek)***

- na počátku byl vodný roztok modrý,
- po probublání vydechovaným vzduchem zřialoví.

### ***Poznámky k provedení***

Brčko provlíkneme dírkou v kousku filtračního papíru a přikryjeme lehce hrdlo zkumavky, aby voda s indikátorem nevystříkla do obličeje.

### ***Úkol 2***

#### **Dokažte oxid uhličitý ve vydechovaném vzduchu vápennou vodou**

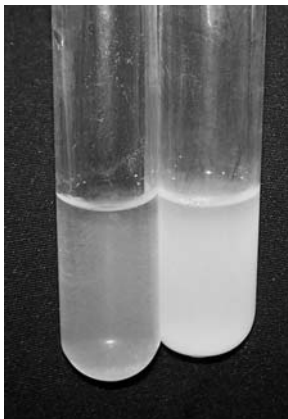
#### ***Pomůcky a chemikálie***

Dvě zkumavky, brčko, držák na zkumavku, vápenná voda (vodný roztok hydroxidu vápenatého), voda (musí být z vodovodu – ne destilovaná!), ochranné brýle, kousek filtračního papíru.

#### ***Postup***

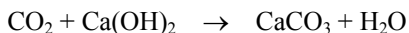
1. Dvě zkumavky naplníme asi do 1/3 vápennou vodou. Nasadíme na oči ochranné brýle.
2. Pomocí brčka, které provlíkneme dírkou v kousku filtračního papíru – přikryje lehce hrdlo zkumavky, opatrně probubláváme vápennou vodu ve zkumavce vydechovaným vzduchem, až dojde k viditelné změně roztoku vápenné vody (srovnáme se vzorkem v druhé zkumavce).

### **Obrázek**



### **Výsledky a závěry**

Oxid uhličitý, který je obsažen ve vydechovaném vzduchu, reaguje s hydroxidem vápenatým (vápenná voda) a vzniká nerozpustný uhličitan vápenatý – bílý zákal.



### **Poznámky k provedení**

Vápennou vodu probublávejte opatrně pomalým výdechem, aby vápenná voda ze zkumavky nevystříkla do očí, proto použijte ochranné brýle.

### **Úkol 3**

**Dokažte oxid uhličitý ve vydechovaném vzduchu fenolftaleinem**

### **Pomůcky a chemikálie**

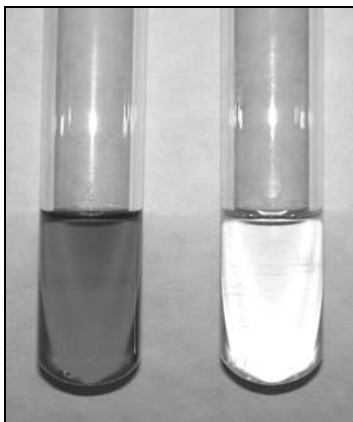
Dvě zkumavky, brčko, držák na zkumavku, fenolftalein, 2% roztok hydroxidu sodného, voda.

### **Postup**

1. Zkumavku naplníme asi do 1/2 vodou, přidáme 2 – 4 kapky indikátoru fenolftaleinu a pár kapek roztoku hydroxidu sodného, až vznikne červenofialový roztok.

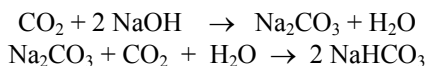
2. Část roztoku 3 – 4 ml odlijeme do druhé zkumavky a probubláváme pomocí brčka, které provlíkneme dírkou v kousku filtračního papíru – přikryje lehce hrdlo zkumavky, vydechovaným vzduchem tak dlouho, až dojde ke změně zbarvení (srovnáme s původním vzorkem).

**Obrázek**



**Výsledky a závěry**

Oxid uhličitý, který je obsažen ve vydechovaném vzduchu, má kyselý charakter, reaguje s hydroxidem sodným, dochází k neutralizaci roztoku a vzniká uhličitan sodný a poté hydrogenuhličitan.



**Poznámky k provedení**

Uhličitan a hydrogenuhličitan sodný vlivem hydrolyzy reagují také zásaditě, ale v daném uspořádání experimentu, při použití fenolftaleinu dojde zřetelně k odbarvení roztoku (funkční oblast přechodu zbarvení fenolftaleinu je při pH 8,2 – 10,9).

### 7.3 Námět **Je zeleň listová opravu jen zelená?**

#### *Úvod*

Na podzim listů stromů mění barvu, zelená ubývá a listnaté stromy se zbarvují od žlutozelené přes oranžově žlutou až červenohnědou.

#### *Úkol*

**Zjistěte z jakých barev se skládá zeleň listová (chlorofyl)**

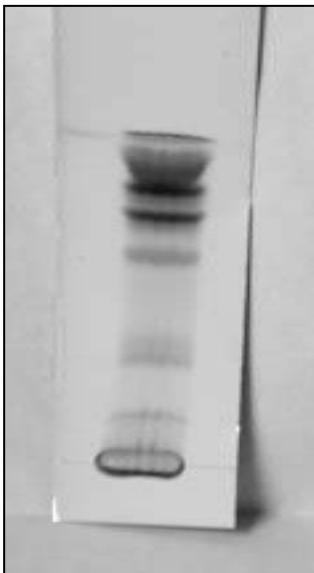
#### *Pomůcky a chemikálie*

Vysoká kádinka, kádinka 100 ml, Petriho miska, pipetky (nebo kapilárky, špičky do automatické pipety), filtrační nálevka, třecí miska s tloučkem, vaříč, hodinové sklíčko nebo porcelánová miska, Silufol pro chromatografii, filtrační papír, měkká tužka, špachtle, pravítko, mořský písek, aceton, lékařský benzin, propylalkohol, uhličitán vápenatý, zelené listy stromů.

#### *Postup*

1. Několik zelených listů ze stromu dobře rozetřeme v třecí misce s malým množstvím mořského písku a s 10 – 15 ml acetonu, přidáme na špičku špachtle uhličitán vápenatý.
2. Zelený roztok slijeme, přefiltrujeme přes filtrační papír.
3. Asi 10 ml výluhu odpaříme na vodní lázni na hodinovém skle (porcelánové misce) téměř do sucha.
4. Do vysoké kádinky nalijeme do výšky 1 – 2 cm směs rozpouštědel (vyvíjecí soustava): benzin - izopropanol - voda v poměru (100 : 10 : 0,25) a přikryjeme Petriho miskou, aby se objem kádinky nasytil parami rozpouštědla.
5. Zahuštěný vzorek zeleně listové nanese pipetkou na Silufol na startovací čáru asi 2 cm od okraje. Po vysušení opakujeme nanášení vzorku alespoň dvakrát.
6. Silufol vložíme do kádinky s vyvíjecím rozpouštědlem a opět přikryjeme Petriho miskou. Pozorujeme rozdělování barviv.

### ***Obrázek***



### ***Výsledky a závěry***

Zeleň listová je složena z několika barviv, která se chromatograficky rozdělila. Zelená barviva jsou **chlorofyl a**, **chlorofyl b**, žluté jsou **xantofyly**, oranžové jsou **karoteny** a šedavý je **feofytin**. Na podzim dochází se změnou délky světelného dne k rozkladu chlorofylů a v listech stromů zůstávají žlutá a červená barviva.

### ***Poznámky k provedení***

- Pozor, chromatogram rychle bledne.
- Využít můžeme i v soustavě benzín : ethanol : voda (100 : 10 : 0,25). S touto vyvíjecí soustavou můžeme pokus provést i na křídě.



## MODUL 8 – VÝVOJ V PŘÍRODĚ A VESMÍRU

### 8.1 Námět **Vzduch aneb co dýcháme?**

#### *Úvod*

Výroba elektrické energie, topení pevnými palivy (zvláště uhlím) v domácnostech, výfukové plyny z automobilů a další látky (např. prach) znečišťují vzduch, který musíme dýchat. Uvádí se, že znečištění prachovými částicemi je až o 30 % vyšší u sídlišť s 100 – 400 tisíci obyvatel než u sídlišť s 10 – 50 tisíci obyvatel. U sídlišť s miliónem obyvatel se znečištění prachem vůči desetitisícovým městům více jak zdvojnásobí. O aktuálním znečištění vzduchu určitého místa na Zemi ale rozhoduje i počasí. Jaký je vzduch v našem okolí, co je to smog a kdy může vzniknout? Pojďme hledat odpovědi!

#### *Úkol 1*

**Vytvořte dle návodu reálný model vzniku smogu (teplotní inverze)**

#### *Pomůcky a chemikálie*

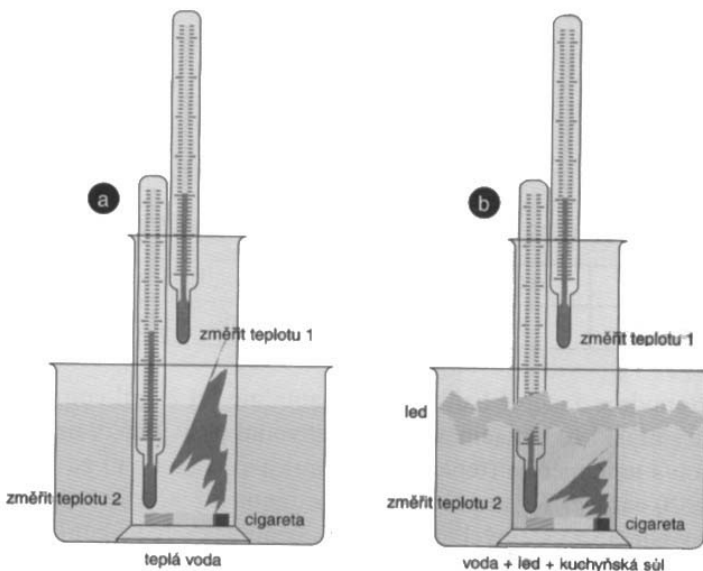
Skleněný válec, dvě široké kádinky nebo skleněné vany, dva teploměry, cigareta, zápalky, horká voda, směs vody a ledu.

#### *Postup*

1. Na dno skleněného válce opatrně vložíme zapálenou cigaretu a po chvíli vložíme válec s hořící cigaretou do široké kádinky s horkou vodou.
2. Pozorujeme dým vycházející z cigarety. Nakreslíme náčrtek celé aparatury i s cigaretou a dýmem z ní vycházejícím (viz nákres a).
3. Změříme teplotu vzduchu v laboratoři, teplotu horké vody v široké kádince, teplotu vzduchu u dna válce a teplotu vzduchu v horní části válce a zapíšeme všechny hodnoty teploty na příslušná místa do náčrtku.
4. V druhém pokusu vložíme válec s doutnajícím cigaretou do široké kádinky se směsí vody a ledu.
5. Po chvíli celý náčrtek překreslíme ještě jednou a znovu změříme a do náčrtku opět zapíšeme všechny čtyři hodnoty teploty (viz nákres b).

## Nákres

(Bílek, M., Rychtera, J.: *Laboratorní cvičení k učebnici Chemie krok za krokem. Moby Dick, Praha, 1999*)



## Výsledky a závěry

Pomocí literatury a Internetu zjistěte co nejvíce informací o znečišťování ovzduší a vzniku smogu. Jaký je rozdíl mezi smogem "londýnského" a "losangeleského" typu? Čemu se říká teplotní inverze a jaký má vztah ke vzniku smogu? Jaké jsou nejvyšší přípustné koncentrace znečišťujících látek v ovzduší (oxidu siřičitého, oxidů dusíku, prachových částic)? Kde můžeme získat informace o aktuálním stavu ovzduší ve svém okolí? Porovnejte nalezené informace s výsledky provedeného pokusu – modelu vzniku smogu (inverze).

## Úkol 2

**Prozkoumejte obsah prachových částic v ovzduší**

### Pomůcky a chemikálie

Sklenice nebo kádinka, průhledná lepicí páska (izolepa), milimetrový papír, lupa.

### ***Postup***

1. Na vrchní část sklenice přilepíme dvě pásky izolepy lepivou stranou vzhůru.
2. Sklenici postavíme ven (např. za okno).
3. Jednu pásku odlepíme za jeden nebo za dva dny a druhou minimálně za týden.
4. Pásky přilepíme na milimetrový papír a pomocí lupy spočítáme (nebo alespoň přibližně porovnáme) počet viditelných prachových a jiných částecek. Pokud je možné je spočítat, vyjádříme např. jejich počet na  $1 \text{ cm}^2$ .

### ***Výsledky a závěry***

Najděte informace v médiích o prachu v ovzduší. Jak je možné se chránit ve velmi prašném prostředí? Jak zabránit vzniku prachu? Zaměstnanci kterých profesí se nejvíce potýkají s prachem? Navrhněte, jak byste mohli ještě jinak, než v provedeném pokusu, zjišťovat prachové částice ve vzduchu v létě a v zimě? Pokud nemáte nějaký nápad, pokuste se ve svém návrhu využít filtrace.

### ***Poznámky k provedení***

Jsou-li takové možnosti, je dobré umístit sklenice s izolepou v různých místech (např. na různých stranách budovy školy – do ulice či do zahrady nebo dvora, na různých místech ve městě - v bydlíštích žáků apod.). Pak je možné sestavit "mapku znečištění" určitého prostoru a vysvětlit si společně zjištěné rozdíly.

## 8.2 Námět **Voda aneb rozpouštědlo a roztok**

### *Úvod*

"Naše voda" – tedy voda, kterou pijeme, je **roztok**. Můžeme se o tom přesvědčit například v přístrojích na ohřev vody (ve varných konvicích nebo varných spirálách), na miskách pod květináči, z nichž se odpařila voda apod. Na povrchu jejich částí, které přišly do styku s vodou, zůstávají usazeniny "vodního kamene". Tak zvané spodní vody, které vznikají prosakováním vrstvami zemské kůry, rozpouštějí větší množství pevných (minerálních) látek a plynů. Označujeme je jako tvrdé vody. Rozpuštěné minerály (pevné látky) a plyny (především oxid uhličitý) dávají těmto "minerálním" vodám typickou příchut'. Některé z nich mají i léčivé účinky. Voda je tedy výborné **rozpouštědlo**. Nao-pak měkké vody obsahují převážně nerozpustné částice, které se postupně usazují a jsou odstranitelné pomocí sít nebo filtrů. Jak se tedy liší tvrdá a měkká voda? Co zbude po odpaření několika mililitrů destilované, přefiltrované (říční) vody a minerální vody?

### *Úkol 1*

„Naučte“ čerstvé vejce plavat

### *Pomůcky a chemikálie*

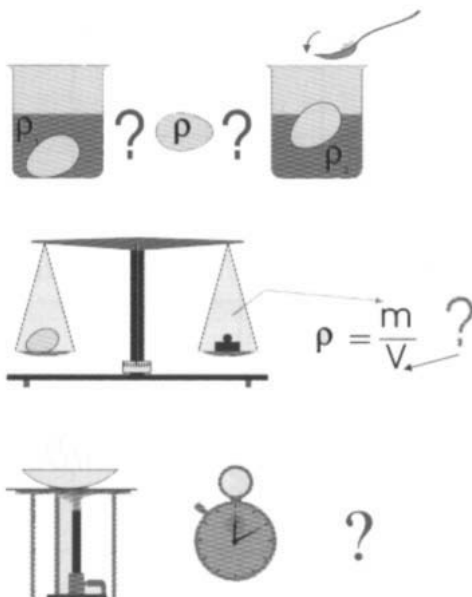
Kádinka, malá lžička, skleněná tyčinka, laboratorní váhy, kuchyňská sůl, čerstvé vejce (neplave na vodní hladině), voda (destilovaná voda).

### *Postup*

1. Kádinku naplníme asi z jedné poloviny vodou (lépe destilovanou vodou).
2. Do vody ponoříme opatrně čerstvé vejce – ponořilo se ke dnu.
3. Do kádinky přidáváme po stejných (zarovnaných) lžičkách (nebo jiných malých odměrkách) kuchyňskou sůl (chlorid sodný) a po přidání každé odměrky důkladně zamícháme roztok tak, aby se veškerá přidaná sůl rozpustila.
4. Přidáme tolik odměrek soli, aby začalo vejce ve vodě plavat u hladiny.
5. Počet přidaných lžiček (odměrek) si zaznamenáme.

### Nákres

(Bílek, M., Rychtera, J.: *Laboratorní cvičení k učebnici Chemie krok za krokem. Moby Dick, Praha, 1999.*)



### Výsledky a závěry

Proč vejce vložené do vody kleslo ke dnu? Proč po přidání určitého množství soli plave vejce u hladiny? Proveďte nákres obou případů a pomocí označení veličin a vztahů nerovnosti oba obrázky popište. Spočítejte přibližný obsah soli v roztoku, v němž vejce plavalo (hmotnostní procento soli v roztoku). K tomu musíte zjistit hmotnost jedné lžičky (odměrky) soli. Hustotu tohoto roztoku zjistíte v tabulkách. Co můžete říci o hustotě vejce za základě provedených pokusů a výpočtů? Zjistěte z literatury nebo z Internetu složení vody v moři. Nejslanějším mořem na Zemi je Mrtvé moře – najděte o něm co nejvíce zajímavostí.

## Úkol 2

### Pozorujte změny u látek oddělených polopropustnou blánou

#### Pomůcky a chemikálie

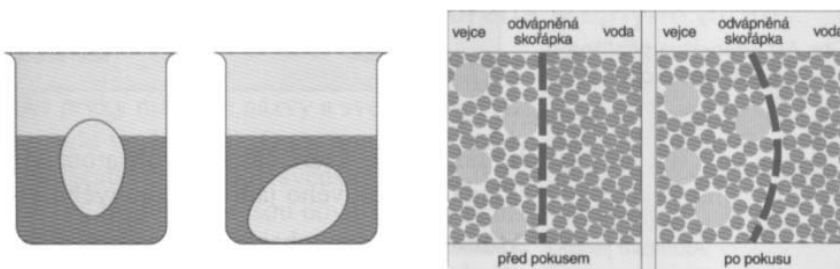
Dvě kádinky, ocet, čistá voda, posuvné měřítko.

#### Postup

1. Slepičí vejce ponoříme na 24 hodin do octa. Po této době dojde k odvápnění skořápky vejce a na jeho povrchu zůstane odhalena vaječná blána - "kůže vajíčka".
2. Potom vajíčko vyjmeme z octa, opatrně ho změříme pomocí posuvného měřítka (podélný a příčný průměr) a vložíme ho do kádinky s čistou vodou.
3. Po jedné hodině vyjmeme "ztloustnuté" vajíčko a opět ho opatrně změříme ve stejných místech.

#### Nákres

(Bílek, M., Rychtera, J.: *Laboratorní cvičení k učebnici Chemie krok za krokem. Moby Dick, Praha, 1999.*)



#### Výsledky a závěry

Proč došlo po ponoření vejce k odvápnění jeho skořápky? Podle obrázku uspořádání částic na počátku pokusu s ponořením vejce s odvápněnou skořápkou do vody a po provedení pokusu popište a vysvětlete pozorované a změněné změny. Rozpuštěné látky a rozpouštědla se mohou lišit velikostí svých částic – iontů, atomů nebo molekul. Ty mohou různou rychlostí měnit svoji polohu ve směsi. To můžeme pozorovat např. při usazování, odpařování, sublimaci nebo destilaci. Tak se projevují změny po vložení sáčku čaje do vroucí vody, když se v autě zamlžila okenní skla apod. Samovolný pohyb částic rozpouštěné látky způsobují nárazy částic rozpouštědla a jev se nazývá difuze. Některé pevné látky (blány) mají schopnost propouštět jen částice určitých velikostí. Tak vypadá např. buněčná blána, celofán nebo vaječná blána ("kůže vajíčka"). Částice vody prostupují dovnitř vajíčka.

## Literatura

1. BÍLEK, M., RYCHTERA, J.: Chemie krok za krokem. Praha : Moby Dick, 1999.
2. BÍLEK, M., RYCHTERA, J.: Chemie na každém kroku. Praha : Moby Dick, 2000.
3. BÍLEK, M., RYCHTERA, J.: Laboratorní cvičení k učebnici Chemie krok za krokem. Praha : Moby Dick, 999.
4. BÍLEK, M., RYCHTERA, J.: Laboratorní cvičení k učebnici Chemie na každém kroku. Praha : Moby Dick, 2000.
5. KLEČKOVÁ, M., ŠINDELÁŘ, Z.: Školní pokusy z anorganické a organické chemie. Olomouc : UP, 2007.
6. ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J., HUDEČEK, J., ŠÍMOVÁ, J.: Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost. Praha : Prospektrum, 2000.
7. ŠULCOVÁ, R. a kol.: Náměty na pokusy z organické a praktické chemie. Praha : PřF UK, 2006.
8. SOLÁROVÁ, M.: Chemické pokusy pro základní a střední školu. Brno : Paido, 1996.
9. PROKŠA, M., TÓTHOVÁ, A.: Školské chemické pokusy na ZŠ vo svetle aktuálnych požiadaviek didaktickej teórie a praxe. Bratislava : UK, 2005.
10. LICHVÁROVÁ, M., RUŽIČKA, I.: Voda, vzduch, pôda. Banská Bystrica : FPV UMB, 2006.
11. SEAGER, S., L., SLABAUGH, M., R.: Chemistry for Today. Brooks/Cole, 2000.
12. Kol.: Rámcový vzdělávací program pro ZŠ. Praha : VÚP, 2006.

Konstruktivismus a jeho aplikace  
v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání

**Soubor podpůrných materiálů pro transformaci  
didaktického modelu výuky přírodovědných předmětů  
ČÁST CHEMICKÁ**

Autoři doc. RNDr. Marta Klečková, CSc., prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Výkonný redaktor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.

Odpovědná redaktorka Mgr. Lucie Loutocká

Technická úprava doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.

Návrh a grafické zpracování obálky Mgr. Petr Jančík

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci,

Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

[www.upol.cz/vup](http://www.upol.cz/vup)

e-mail: [vup@upol.cz](mailto:vup@upol.cz)

Olomouc 2007

1. vydání

ISBN 978-80-244-1790-5

Neprodejná publikace