

## KATEGORIE D

### *Autoři*

**doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.**

*Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc, marta.kleckova@upol.cz*

**doc. RNDr. Petr Barták, Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PřF UP Olomouc, petr.bartak@seznam.cz*

**RNDr. Lukáš Müller, Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PřF UP Olomouc, mlluk@post.cz*

**Mgr. Martina Vašíčková**

*Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc, mvasickova@centrum.cz*

### *Recenzenti*

**PhDr. Bořivoj Jodas, Ph.D.** (odborná recenze)

*Technická univerzita Liberec, Fakulta pedagogická, borivoj.jodas@volny.cz*

**PaedDr. František Lexa** (pedagogická recenze)

*ZŠ Máj, M. Chlajna 21, České Budějovice*

Vážení přátelé a příznivci chemie,

letošní ročník chemické olympiády kategorie D je zaměřen na zkoumání vlastností látek. V průběhu řešení chemické olympiády ve všech kolech (školním, okresním i krajském) se setkáte s obdobnými úlohami, ve kterých se seznámíte s různými metodami studia vlastností anorganických i organických látek.

Úlohy jsou koncipovány tak, aby vašim informačním zdrojem byla nejen chemická literatura a encyklopedie, ale také internet. Pokud nemáte volný přístup k internetu, požádejte svého vyučujícího, aby vám přístup k internetu zajistil.

### **Přehled požadovaných znalostí a dovedností:**

- Vlastnosti prvků, kyselin a jejich solí, alkoholů.
- Základní typy chemických reakcí – oxidace, redukce, neutralizace, esterifikace, termický rozklad, apod.
- Řešení a vyčíslování chemických rovnic.
- Základní chemické výpočty – molární hmotnost, hmotnostní zlomek, molární koncentrace, hustota, rozpustnost, látkové množství (včetně využití Avogadrovy konstanty pro výpočet látkového množství).
- Různé způsoby vyjadřování jednotek ( $\text{g/mol}$ ,  $\text{g mol}^{-1}$ ,  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{g/cm}^3$ ,  $\text{kg m}^{-3}$ ,  $\text{g cm}^{-3}$ , apod.), převody jednotek, dovednost jednotky používat.
- Názvosloví kyselin, hydroxidů, oxidů, solí, alkoholů a esterů.
- Práce s grafy, tj. grafické vyjádření závislosti, odečtení hodnoty veličiny z grafu, apod.

**Doporučená literatura**

Učebnice chemie pro ZŠ a nižší stupeň gymnázia (kterékoliv pro vás dostupné), např.:

1. D. Pečová, I. Karger, P. Peč: Chemie 1, 2. Prodos, 1999.
2. P. Beneš, a kol: Základy chemie 1, 2, Fortuna. Praha 1993.
3. P. Los, a kol.: Nebojte se chemie. Chemie se nebojíme. Scientia, Praha 1996.
4. J. Škoda, P. Doulík: Chemie 8, Chemie 9. Fraus, Plzeň 2007.
5. M. Bílek, J. Rychtera: Chemie krok za krokem. MOBY DICK, Praha 1999.

Dále pak tyto následující:

1. J. Vacík: Přehled středoškolské chemie. SPN, Praha 1995.
2. B. Kotík, K. Růžičková: Chemie v kostce I, II. Fragment, Havlíčkův Brod 2005.

## TEORETICKÁ ČÁST (50 bodů)

### Úloha 1 Minimum informací

8 bodů

Indicie:

1. Světová spotřeba tohoto prvku je více jak 3000 tun za rok.
2. V periodické tabulce prvků jsou jeho sousedy pouze kovy, jeden z nich je dokonce drahý kov.
3. S koncentrovanou kyselinou dusičnou reaguje za vzniku oxidů dusíku.
4. Dva sousední prvky v periodické tabulce reagují se zředěnou kyselinou dusičnou za vzniku vodíku.
5. Prvek, který má o jednotku nižší protonové číslo, má asi 1,4krát vyšší hustotu než hledaný prvek.
6. Tento prvek má nižší teplotu tání než všechny sousední prvky.

Poznámka: Sousední prvek v periodické tabulce = prvek v periodické tabulce umístěný vlevo, vpravo, nahoře, nebo dole (nikoli po diagonálách) vzhledem k hledanému prvků.  
Periodickou tabulkou máme na mysli tzv. dlouhou Mayerovu tabulku (nejpoužívanější).

**Úkoly:**

1. Urči prvek, který odpovídá uvedeným indiciím.
2. Zapiš chemickými rovnicemi reakce popsané v indiciích 3 a 4.
3. Jak bude uvedený prvek reagovat s koncentrovanou kyselinou sírovou?
4. Jaká je teplota tání popisovaného prvku? Má tato vlastnost nějaké praktické uplatnění? Pokud ano, uveď příklady.
5. Na co se spotřebuje uvedených 3000 tun tohoto prvku ročně? Uveď alespoň 3 příklady průmyslového využití.

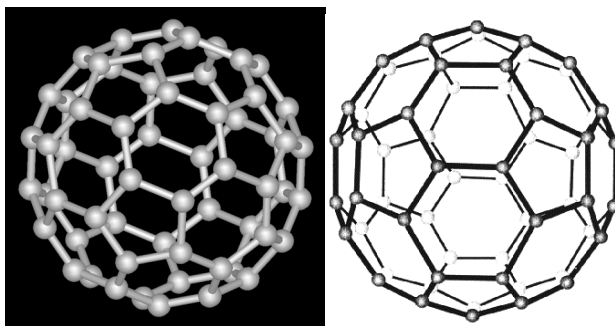
### Úloha 2 Kolik váží čára?

14 bodů

Obyčejnou tužkou se prý dá napsat až 34 km dlouhá čára. Předpokládejme, že tuha v tužce má průměr 2 mm, je dlouhá 17,5 cm a je tvořena čistým grafitem o hustotě  $2210 \text{ kg m}^{-3}$ .

**Úkoly:**

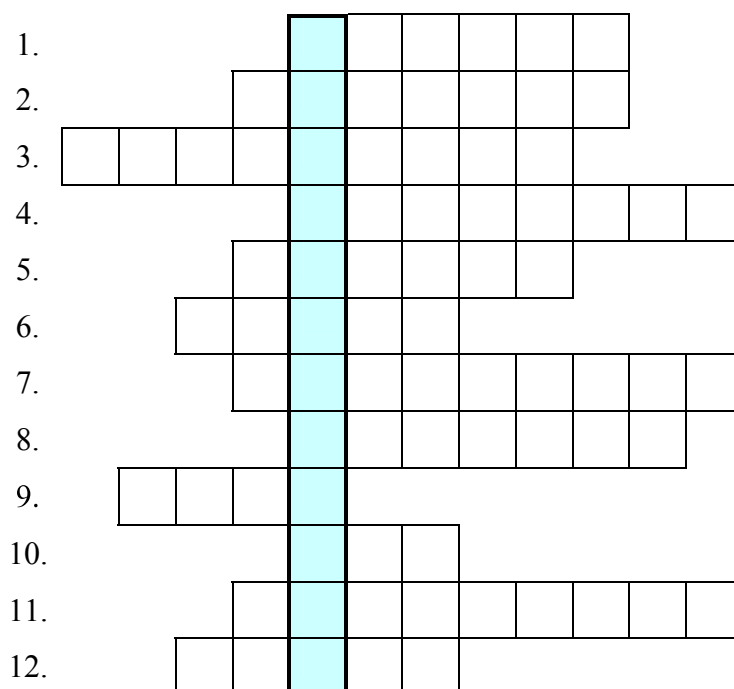
1. Jakou hmotnost bude mít desetimetrová napsaná čára a kolika atomy uhlíku bude tvořena?
2. Kolik by mohlo vzniknout molekul fullerenů  $\text{C}_{60}$ , kdyby byly použity všechny atomy uhlíku z této desetimetrové čáry?
3. Jaký objem bude připadat na 1 fulleren, jestliže hustota fullerenu  $\text{C}_{60}$  je  $1720 \text{ kg m}^{-3}$ ?
4. Kolik karátů by měl diamant, kdyby obsahoval stejné množství atomů uhlíku, jako je obsaženo v jedné tuze z popsané tužky?
5. Jaký objem by za normálních podmínek zaujímal oxid uhličitý, který by vznikl spálením tuhy z celé tužky?

Obrázek 1: Struktura fullerenu  $C_{60}$  (kuličkový model).

## Úloha 3 Křížovka

3 body

V tajence je ukryt anglický název jedné z nejvýznamnějších sloučenin síry. Tvým úkolem je správně doplnit křížovku, napsat tajenku a určit český název této sloučeniny a její vzorec.



1. Aplikace  $SO_2$ , která účinně působí proti množení plísni a mikroorganismů.
2. Český název minerálu  $HgS$ .
3. Název směsi používané při zpracování fotografií, jejíž hlavní složkou je thiosíran sodný.
4. Prostředek působící proti růstu hub a plísni.
5. Plyn silně zapáchající po zkažených vejcích.
6. Název minerálu  $FeS_2$ .
7. Alotropická modifikace síry vznikající rychlým ochlazením jejích par (2 slova).
8. Aminokyselina obsahující ve svém řetězci  $S$ .
9. Tři základní složky černého střelného prachu – dusičnan draselný, dřevěné uhlí a ----.
10. Vzorec sulfidu měďnatého.
11.  $CS_2$ .
12. Hemihydrát síranu vápenatého.

Tajenka .....

český název ....., vzorec .....

## Úloha 4 Vitriol

25 bodů

Vitriol, je staré označení kyseliny sírové, která je jednou z nejdůležitějších průmyslově ve velkém množství vyráběných chemikálií. Její výroba probíhá ve třech krocích. Prvním krokem je příprava oxidu siřičitého, který se získává spalováním síry (1) nebo pražením pyritu (2). Dále se oxid siřičitý oxiduje na oxid sírový za použití oxidu vanadičného jako katalyzátoru (3). Na konec vzniká reakcí oxidu sírového s vodou kyselina sírová (4).

## Úkoly:

- Zapiš všechny reakce, o kterých se v textu píše. Reakce vyčísl. Ke každému reaktantu i produktů napiš, v jakém skupenství v reakci vystupuje. Pro jednotlivá skupenství použij následující označení.

Plynné skupenství – **g** (gas, *plyn*)

Kapalné skupenství – **l** (liquid, *kapalina*)

Pevné skupenství – **s** (solid – *pevná látka*)

Vodný roztok – **aq** (aqua – *voda*)

- V tabulce je uvedeno několik tvrzení. Tvým úkolem je rozhodnout o jejich pravdivosti. Ke každému pravdivému tvrzení přiřaď jedno písmenko, získáš tak jméno italského přírodovědce.

Tvrzení	Platí	Neplatí
1. Kyselina sírová je silné redukční činidlo.	V	G
2. Kyselina sírová je neomezeně mísitelná s vodou.	A	O
3. Kyselina sírová a kyselina citronová jsou za laboratorní teploty pevné látky.	S	L
4. Zředěná kyselina sírová reaguje s neušlechtilými kovy za vzniku vodíku a siřičitanů.	F	V
5. Při ředění kyseliny sírové vodou lijeme kyselinu do vody.	A	I
6. Kyselina sírová nereaguje s hydroxidy.	C	N
7. Kyselina sírová je jednou z kyselin obsažených v kyselých deštích.	I	E

Tajenka: .....

Kyselina sírová má široké uplatnění, např. při výrobě plastů, výbušnin i léčiv. Používá se i jako katalyzátor při reakci ethanolu a kyseliny octové, hlavní produkt této reakce se používá jako rozpouštědlo (přidává se například do odlakovačů na nehty).

- Odpověz a následující otázky k předešlému odstavci.
  - Napiš chemickou rovnici této reakce a název produktů.
  - Jak se nazývá tento typ reakce.
  - Uveď 2 jiné příklady stejného typu produktů.
- Vyčíslí dané redoxní reakce, reaktanty a produkty pojmenuj.
  - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ ,
  - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{PbO} + \text{O}_2$ ,
  - $\text{Ag} + \text{konc. H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,
  - $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,
  - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,
  - $\text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ ,
  - $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .



**46. ročník**

**2009/2010**

**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie D**

**SOUTĚŽNÍ ÚLOHY PRAKTIČKÉ ČÁSTI**

# PRAKTICKÁ ČÁST (50 bodů)

## Úloha 1 Zkoumejte vlastnosti předložených bílých krystalických látek 25 bodů

Chemie je přírodní věda, která zkoumá vlastnosti látek a jejich přeměnu na látky nové. Vědci zjišťují vlastnosti všech nově připravených látek prostřednictvím chemických experimentů.

V této úloze si můžeš vyzkoušet práci vědce – badatele. Předložené bílé krystalické látky na první pohled příliš nerozeznáš, ale můžeš je rozlišit, jestliže zrealizuješ několik jednoduchých chemických pokusů a laboratorních operací.

Výsledky jednotlivých pokusů, které provedeš s každou látkou, zapiš do tabulky (viz příloha pracovního listu) a vyřeš úkoly.

### Pomůcky:

- 16 zkumavek (vč. stojanu),
- 2 skleněné tyčinky,
- malá lžička,
- univerzální pH papírky,
- vyšší kádinka (cca 250 – 400 cm<sup>3</sup>),
- malá kádinka (cca 50 – 100 cm<sup>3</sup>),
- 2 – 3 tuhy do verzatilk (patentní tužky) nebo 10 kancelářských sponek,
- držák na zkumavky,
- plynový kahan,
- chemické kleště,
- ochranný obličejový štít nebo brýle,
- lihový fix na popis zkumavek,
- stříčka s destilovanou vodou.

Pro 3 – 4 žáky: 1 sada 9 vzorků bílých krystalických látek, 10% roztok HCl.

### Postup:

S každým předloženým vzorkem proved' 5 pokusů, výsledky průběžně zapisuj do tabulky (viz příloha pracovního listu), abys mohl vyřešit všechny úkoly.

#### 1. pokus – plamenová zkouška

Pomocí jednoduché plamenové zkoušky můžeme identifikovat některé kovy, protože kationty těchto kovů zbarvují plamen typickou barvou. Tuto metodu si vyzkoušíš v následujícím experimentu.

Do malé kádinky nalij asi do výšky 2 cm 10% HCl. Kancelářkou sponku (uchop ji chemickými kleštěmi) nebo tuhu ovlhči v kyselině a krátce přežihej až se nebarví plamen, poté kancelářkou sponku či tuhu opět ovlhči v kyselině, nanes na špičku sponky (tuhy) vzorek krystalické látky a ihned ji vlož do vnější svítivé části plamene. Sleduj zbarvení plamene, barvu zapiš do tabulky. Jestliže se plamen nebarví a svítí pouze světle modře nebo světle žlutě, zkouška je negativní.

**Poznámka:** drátek z kancelářské sponky použij pro každý vzorek vždy nový, tuhu pro další použití přečisti v kyselině HCl a opakovaně přežihej v plameni. Pokud se ti nedaří tuhu v plameni zbavit předchozího vzorku – plamen se stále zbarvuje, odlom asi 2 cm použité tuhy. Krátkou tuhu můžeš pro další plamenovou zkoušku držet chemickými kleštěmi.

## 2. pokus – rakce s Cl

Do zkumavky nasyp půl malé lžičky vzorku (asi do výšky 3 – 5 mm), pomalu přilij 2 – 3 cm<sup>3</sup> HCl (asi do výšky 2 – 3 cm), tyčinkou promíchej. Zapiš průběh reakce do tabulky (např. reaguje, nereaguje, šumí, zahřívá se, beze změny....).

## 3. – 4. pokus – rozpustnost, pH

Do zkumavky nasyp půl malé lžičky vzorku (asi do výšky 3 – 5 mm), přilij 3 – 5 cm<sup>3</sup> dest. vody, dobře promíchej, sleduj zda se látka rozpouští. Popiš slovy rozpustnost ve vodě (např. rozpustný, částečně rozpustný, nerozpustný), směs se zahřívá apod.

Tyčinkou nanos několik kapek roztoku či směsi na pH papírek a sleduj změnu zbarvení indikátorového papírku. Zapiš pozorované změny barvy do tabulky.

## 5. pokus – změny při zahřívání

Do *suché* zkumavky nasyp půl malé lžičky vzorku (asi do výšky 3-5 mm) a zkumavku uchycenou v držáku na zkumavky zahřívej nad plamenem kahanu (asi 1-2 min). Chování látky při zahřívání popiš do tabulky (např. taje, rozkládá se, beze změny...)

**Bezpečnost:** při zahřívání zkumavek se vzorkem použij ochranný štít nebo brýle.

**Upozornění:** po ukončení zahřívání horkou zkumavku odlož do suché kádinky nebo kovového stojanu na zkumavky a vyčkej, až vychladne (pozor – horké a studené sklo vypadá stejně).

Řešení a odpovědi k následujícím úkolům doplň do pracovního listu.

### Úkoly:

1. Do tabulky zapiš výsledky experimentů a pozorování.
2. Napiš názvy vybraných vzorků uvedených v pracovním listě.
3. Zapiš chemickou rovnici reakci oxidu vápenatého s vodou.
4. Zapiš chemickou rovnici reakci hydroxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou.
5. Zapiš chemickou rovnici reakci uhličitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou.
6. Zapiš chemickou rovnici reakci siřičitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou.
7. Zapiš chemickou rovnici termický rozklad chloridu amonného.
8. Ze svého záznamu vyber látku, u které se během tvých pokusů uvolňoval štiplavě páchnoucí plyn.

## Úloha 2 Rozpustnost chloridu sodného

11 bodů

Rozpustnost látky udává, kolik gramů této látky se rozpustí za vzniku nasyceného roztoku ve 100 g rozpouštědla nebo za vzniku 100 g roztoku (pozor, při vyhledávání rozpustnosti v tabulkách je třeba dbát na konkrétní vyjádření!). Rozpustnost látky v daném rozpouštědle je dána povahou samotné rozpouštěné látky i rozpouštědla a závisí na teplotě. Tzn. hodnota rozpustnosti jedné látky může být ovlivněna změnou teploty, nebo změnou rozpouštědla, které musí být u hodnoty rozpustnosti vždy popsány. Číselné hodnoty rozpustnosti různých látek jsou důležité nejen v laboratoři (oddělování složek směsí, analýza vzorků apod.), ale i v průmyslu (výroba léčiv, barev, plastů apod.).



Řešení a odpovědi k následujícímu úkolu zapiš do pracovního listu.

### Úkol:

Stanov rozpustnost chloridu sodného ve vodě při laboratorní teplotě.

### Pomůcky:

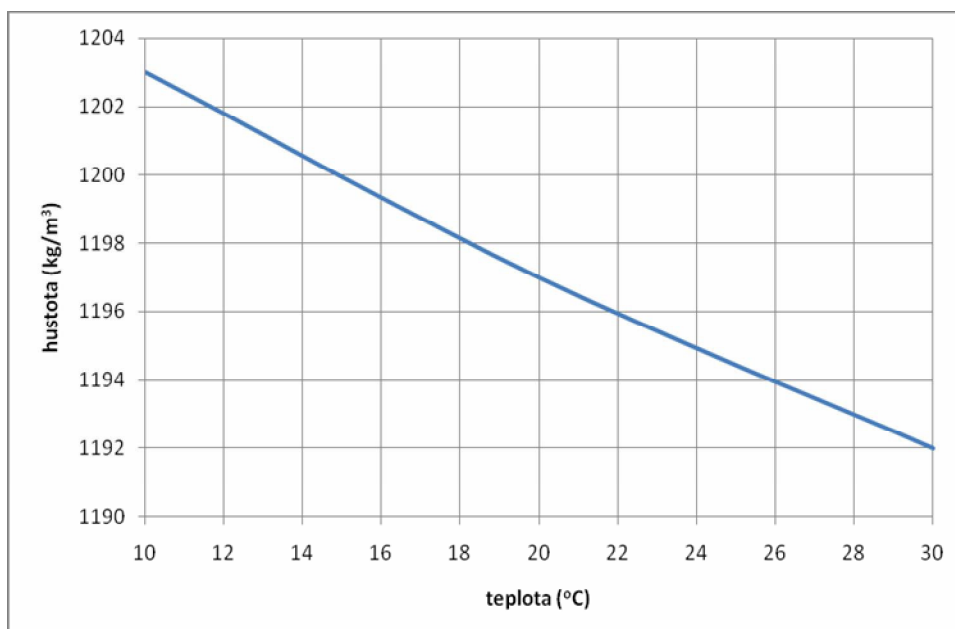
- Větší kádinka (250–400 ml),
- menší kádinka (150–200 ml),
- tyčinka,
- filtrační nálevka,
- filtrační papír,
- chemický stojan,
- filtrační kruh,
- krystalizační miska,
- pipeta (20 ml nebo 10 ml),
- chlorid sodný (asi 50 g).

### Postup

Do 100 ml vody o laboratorní teplotě přidávej za stálého míchání chlorid sodný tak dlouho, dokud nevznikne nasycený roztok, což poznáš tak, že se část chloridu sodného již nebude rozpouštět.

Roztok velmi dobře promíchej a přefiltruj pomocí sestavené filtrační aparatury. U filtrátu změř teplotu. Z přefiltrovaného roztoku odměř pipetou přesně 20 ml, které přenes na zváženou krystalizační misku. Tuto misku polož na bezprašné teplé suché místo (nejlépe na topení) a nechej přibližně týden odpařovat. Po odpaření veškeré vody (vykrystalizovaná sůl musí být sypká) misku i s obsahem zvaž. Vyjádři **rozpustnost NaCl v g / 100 ml roztoku**. Dále vyjádři **rozpustnost v g / 100 g roztoku** (potřebnou hustotu odečti z přiloženého grafu 1) se všemi náležitostmi.

**Poznámka:** V případě, že chceš práci urychlit, lze roztok chloridu sodného odpařit na vodní lázni. V tomto případě postupuj velmi opatrně!



Obrázek 2: Graf závislosti hustoty roztoku chloridu sodného na teplotě.