

## TEORETICKÁ ČÁST (60 bodů)

**Autoři** PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc. (vedoucí autorského kolektivu)  
Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni  
**Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.**  
Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni  
**Ing. Jan Hrdlička, Ph.D.**  
Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

**Recenzenti** PhDr. Martin Adamec (odborná recenze)  
Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, UK Praha  
**RNDr. Jiřina Svobodová** (pedagogická recenze)  
Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha

### *Téma: Významný prvek v organická i anorganická chemii a jeho sloučeniny*

Základní rozsah poznatků potřebných k řešení chemické olympiády je určen teoretickými úlohami školního kola. Letošní úlohy CHO kategorie C jsou zaměřeny na jeden významný prvek v organické i anorganické chemii a jeho sloučeniny.

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

1. Znalost základních stechiometrických výpočtů (látkové množství, molární hmotnost, molární objem, výpočty z chemických rovnic, objemy plynů za normálních i změřených podmínek – stavová rovnice ideálního plynu, složení roztoků – hmotnostní zlomek, objemový zlomek, molární zlomek, látková koncentrace, termochemické výpočty – spalná a slučovací entalpie, výhřevnost)
2. Chemické reakce a rovnice – srážecí reakce, redoxní reakce, komplexotvorné reakce
3. Názvosloví základních anorganických sloučenin včetně komplexních (systematické, mineralogické i triviální)
4. Významné sloučeniny hledaného prvku v praxi, běžně užívané výrobní postupy
5. Základní učivo o jednoduchých organických sloučeninách
6. Základní znalosti a dovednosti pro přípravu roztoků a stanovení odměrné analýzy se zaměřením na acidobazické titrace.

*Pozn.:* Molární hmotnosti prvků potřebné k výpočtům najdete v periodické soustavě prvků, jejich hodnoty uvažujte s přesností na dvě desetinná místa.

### **Doporučená literatura:**

#### *Teoretická část*

Základní – učebnice chemie pro gymnázia a základní školy:

1. P. Beneš a kol.: Základy chemie. 1. a 2. díl, Fortuna, Praha 1993.
2. P. Novotný a kol.: Chemie pro 9.ročník základní školy, SPN, Praha 1998.
3. A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1. a 2. díl, Nakladatelství Olomouc 1998.
4. V. Šrámek, L. Kosina: Chemie obecná a anorganická, FIN, Olomouc 1996.
5. V. Flemr, B. Dušek: Chemie (obecná a anorganická) I pro gymnázia, SPN, Praha 2001.
6. J. Vacík: Přehled středoškolské chemie, SPN, Praha 1995.

Rozšiřující:

1. N.N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků (svazek 1), Informatorium, Praha 1993, str.317–364.
2. G. I. Brown: Úvod do anorganické chemie, SNTL/Alfa 1982, str. 92–100, 110–112, 166–178.
3. J. Gažo: Všeobecná a anorganická chémie, SNTL/Alfa, Bratislava 1981, str. 380–401.
4. J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL/Alfa Praha 1985, str. 374–400.
5. I. Klimeš: Tajemství chemie, Mladá fronta, 1954, str. 26–31, 53–61, 76–78, 89–108, 126–133.
6. V. Flemr, E. Holečková: Úlohy z názvosloví a chemických výpočtů v anorganické chemii, VŠCHT, Praha 1997, str. 65–161.
7. J. Novák a kol.: Fyzikální chemie I. VŠCHT, Praha 1999, str. 23–27, 74–79.
8. L. Bartovská, Novák J. a kol.: Úlohy z fyzikální chemie: bakalářský kurz. VŠCHT, Praha 2005, str. 8–9, 16.
9. <http://www.vscht.cz/fch/cz/pomucky/FCH4Mgr.view.pdf>  
(kap. 2.1 Ideální plyn; 3.5 Termochemie)
10. Další internetové zdroje

*Praktická část*

1. F. Opekar, I. Jelínek, P. Rychlovský, Z. Plzák: Základní analytická chemie, Karolinum 2005, str. 57–61, 63–65, 72–74
2. K. Volka a kol.: Analytická chemie II, VŠCHT Praha 1997 (dotisk), str. 125–131

**Úloha 1 Neznámý prvek****10 bodů**

Hledaný prvek (A) byl již znám jako látka ve starověku, ale jako prvek byl objeven až ve druhé polovině 18. století. Prvek A tvoří po nejléčším prvku nejvíce sloučenin. V přírodě se vyskytuje ve dvou základních formách (B a C). Forma B vytváří dokonalou tetraedrickou strukturu a je nejtvrďší přírodní látkou. Naopak forma C není tak pevná, má vrstevnatou strukturu a je velmi dobrým vodičem elektrického proudu. V roce 1985 byla objevena zcela nová forma D, jehož nejznámější molekula má tvar fotbalového míče a celkem 60 navzájem spojených atomů prvku A. Vazby mezi nejbližšími atomy vytvářejí pravidelné pětiúhelníky a šestiúhelníky. K průmyslově důležitým uměle připraveným formám tohoto prvku patří formy E, F, G. Forma E se uplatňuje při výrobě pryže na pneumatiky a vyrábí se tepelným štěpením binárních sloučenin prvku A s nejléčším prvkem. Forma F se vyrábí karbonizací uhlí a je důležitou surovinou při výrobě železa. Forma G má velký povrch a je schopna na něm zachycovat různé látky např. plyny, páry, barviva. Používá se ve vzduchových filtrech při likvidaci látek, které unikly do prostředí či ve zdravotnictví. Prvek A vytváří s elektro pozitivními prvky (kovy a polokovy) binární sloučeniny (H). Tyto sloučeniny můžeme rozdělit zejména podle struktury na tři základní typy I, J, K.

**Úkoly:**

- Napište názvy látek skrývajících se pod písmeny A–H a pojmy skrývajících se pod písmeny I–K.
- Uveďte u každého typu sloučeniny I–K jednoho typického zástupce.
- Jak se nazývá významná vlastnost formy G (zachycování různých látek na povrchu)?
- Uveďte, jak se chovají dva stálé oxidy prvku A vůči vodě, запиšte případné rovnice.
- Uveďte důležitou redoxní vlastnost prvku A.

**Úloha 2 Systematické a triviální názvy****8 bodů**

Doplňte následující tabulku:

Triviální či mineralogický název	Vzorec	Systematický název
aragonit		
		bezvodý uhličitan sodný
cerussit		
	$\text{CaCN}_2$	
	$\text{CS}_2$	
		karbid triželeza
		dichlorid karbonylu
mramor		

**Úloha 3 Plyn, který je důležitý pro život, může však i zabíjet****9 bodů**

Napište název a vzorec významného plynu. K jeho určení vám pomohou následující sdělení o jeho vlastnostech a možné přípravě.

*Vlastnosti plynu*

- Plyn můžeme pohodlně „přelévat“ jako vodu z nádoby do nádoby. Budeme-li pracovat opatrně, dojde pouze k minimálním ztrátám. O jaké vlastnosti plynu to vypovídá?
- Plyn vzniká např. při hoření svíčky. Pokud zapálíme svíčku ve vysoké a úzké nádobě, dojde po určité době k uhašení jejího plamene. Vysvětlete proč.
- Plyn je zdrojem základního stavebního prvku pro výstavbu rostlinných pletiv, bez kterých by nebylo ani dalšího života. Pojmenujte děj, při kterém dochází k přeměně plynu v rostlinách na jednoduché organické sloučeniny. Zapište jej rovnicí a uveďte nutné podmínky pro jeho uskutečnění.
- Zeměkoule je ve vyšších sférách tímto plynem obklopena, i když velice slabou vrstvou. K čemu tato vrstva slouží? K objasnění této vlastnosti plynu vám pomůže přirovnání „Země pod peřinou“. K čemu by mohlo dojít, pokud by plynu byl nedostatek nebo naopak přebytek. Jaké je optimální množství plynu (v objemových procentech) ve vzduchu?

*Příprava plynu*

Plyn lze připravit následujícími postupy. Zapište a vyčíslete rovnice následujících reakcí:

- spalování uhlí
- rozpuštění mramoru v kyselině solné
- tepelný rozklad vápence
- reakce jedlé sody s octem

**Úloha 4 Rozpuštění vápence****11 bodů**

Významný oxid z předcházející úlohy lze v laboratoři připravit rozpuštěním vápence ve zředěné kyselině chlorovodíkové. Máme-li k dispozici 25 g vápence, který obsahuje 10 % nečistot, vypočítejte:

- objem (v  $\text{dm}^3$ ) uvolněného oxidu při teplotě  $20\text{ }^\circ\text{C}$  a tlaku 100 kPa,
- hmotnost připraveného hexahydrátu chloridu vápenatého,
- látkovou koncentraci a objem použitého roztoku kyseliny chlorovodíkové o hmotnostním zlomku  $w(\text{HCl}) = 15\%$  (hustota roztoku kyseliny chlorovodíkové je  $1,072\text{ g cm}^{-3}$ ).

**Úloha 5 Sacharidy – významný zdroj energie pro lidský organismus****10 bodů**

Významným zdrojem energie pro lidský organismus jsou sacharidy. V našem jídelníčku je v hojné míře zastoupen disacharid (A), který je bílý, krystalický, dobře rozpustný ve vodě, získává se z cukrové řepy. Jeho stavebními jednotkami jsou glukosa a fruktosa.

- Napište název a sumární vzorec disacharidu A.
- Chemickou rovnicí zapište spalování látky A (uvádějte skupenství reagujících látek).
- Na základě údajů v tab. I a rovnice v předchozím bodě vypočítejte standardní spalnou entalpii látky A při teplotě  $298,15\text{ K}$ .
- Určete, kolik g látky A spotřebuje náš organismus k tomu, abychom při hmotnosti 60 kg získali energii potřebnou k překonání výškového rozdílu 300 m. Zkušenosti ukazují, že pouze 25 % této energie dokáže lidské tělo využít k přeměně na práci. Pro výpočet energie užíjte

vztah  $E = mgh$ , kde  $m$  je hmotnost v kilogramech, tíhové zrychlení  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$  a  $h$  výška v metrech.

Látka	$\Delta H_{\text{sl}}^{\circ} (298,15 \text{ K})$ [kJ mol <sup>-1</sup> ]
CO <sub>2</sub> (g)	-393,51
H <sub>2</sub> O (l)	-285,84
sacharosa (s)	-2221,70

Tabulka I. Standardní slučovací entalpie vybraných látek

## Úloha 6 Chemická kouzla a čáry

12 bodů

### *Káva a inkoust z jedné sklenice*

Máme k dispozici roztok tzv. „žluté krevní soli“. Vlijeme-li tento roztok do první kádinky s roztokem modré skalice, vznikne tmavě hnědá suspenze podobná kávě. Vlijeme-li však tento roztok do druhé kádinky s roztokem chloridu železitého, vznikne tmavě modrá sedlina barvy inkoustu.

Vaším úkolem je:

- napsat vzorec „žluté krevní soli“ a uvést systematický název této sloučeniny,
- zapsat uvedené dvě reakce chemickými rovnicemi a pojmenovat vzniklé komplexní produkty,
- uvést používané triviální názvy látek jednotlivých barevných roztoků – „kávy“ a „inkoustu“.

### *Hořící bankovka*

Máte k dispozici „kouzelný roztok“, který je tvořen ethanolem a vodou v určitém poměru. Po namočení papírové bankovky do tohoto roztoku a jejím následném zapálení, dojde k tomu, že bankovka začne hořet, ale neshoří a zůstane beze změny.

Vysvětlete princip kouzla a запиšte chemickou rovnici děje, který vyjadřuje „hoření bankovky“.

### *Černý střelný prach*

V roce 1346 byl v bitvě u Kresčaku, v níž zahynul český král Jan Lucemburský, byl již použit tzv. „černý střelný prach“, což je směs ledku draselného, dřevného uhlí a síry. Určete složení této směsi systematickými názvy, uveďte alespoň tři produkty výbuchové reakce černého střelného prachu, запиšte a vyčíslete nejpravděpodobnější chemickou rovnici vystihující použití černého střelného prachu v boji.