



57. ročník

2020/2021

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie D

Teoretická i praktická část – Zadání

20 + 20 bodů



TEORETICKÁ A PRAKTICKÁ ČÁST

40 BODŮ

Autoři

Mgr. Blanka Šimrová

Gymnázium Zlín – Lesní čtvrť, Zlín

Mgr. Magda Zemánková

ZŠ Šumice

Bc. Veronika Boguschová

Katedra učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Praha

Recenze

Mgr. Ivana Machačíková

Gymnázium Zlín – Lesní čtvrť, Zlín

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

Katedra anorganické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Praha

Milé žákyně, milí žáci, vážené paní učitelky a vážení páni učitelé,

velice si vážíme toho, že jste si i v této nelehké covidové době našli cestu k Chemické olympiádě.

Letos máme velmi ztížené podmínky realizace této soutěže. Domácí kolo proběhne podobně, jako tomu bylo v minulých letech. Žáci budou zadané úlohy vypracovávat samostatně s použitím dostupných materiálů. Praktická část je nachystána tak, aby ji žáci zvládli provést doma, kupříkladu v kuchyni, s použitím látek dostupných v domácnosti. Test školního kola a poté i další testy, okresní a krajský, budou probíhat online. Všechny konkrétní informace se včas dozvíte.

V tomto neobvyklém ročníku chemické olympiády jsme se nezaměřili na jednotné téma. Zadání obsahují výběr ze všech možných oblastí chemie, se kterými jste se během výuky, ale i během svého života, setkali, a také jsou pro vás nachystány perličky a zajímavosti.

autoři

Doporučená literatura:

- 1) Anorganická chemie; E-Chembook.eu – Multimediální učebnice chemie pro gymnázia; Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/anorganicka-chemie>
- 2) Beneš, Pumpr: Základy chemie 1, Fortuna, 1993, ISBN: 80-7168-324-1
- 3) Beneš, Pumpr: Základy chemie 2, Fortuna, 1993, ISBN: 80-7168-312-4
- 4) Rovnice v anorganické chemii; Michael Canov; Dostupné z: <http://canov.jergym.cz/anorgrov/anorgani.htm>
- 5) Bárta: Chemické prvky kolem nás, Edika, 2012, ISBN: 978-80-266-0097-8
- 6) Další důvěryhodné internetové zdroje



ČÁST 1 CO CHEMIKA ZAJÍMÁ

Chemika zajímá všechno, co se kolem něj děje. Hodně odvážné tvrzení, že ano? V této části se dozvíte perličky ze světa prvků a sloučenin. K řešení použijte jakoukoli dostupnou literaturu nebo ověřené internetové zdroje.

Úloha 1 Perličky ze světa prvků

5 bodů

- 1) **Zjisti, co je supratekuté helium.**
 - a) Při jaké teplotě vzniká?
 - b) Co znamená pojem „supratekutost“?

- 2) **V luxusní cukrárně si můžeš objednat zákusek ozdobený tenkým plátem 24 karátového zlata.**
 - a) Co se stane se zlatem, když tento zákusek sníš?
 - b) Proč tomu tak je?

- 3) **Určitě jste slyšeli, že stříbro má antibakteriální a antivirové účinky. Existují lidé, kteří denně pijí roztok obsahující stříbrné kationty, aby posílili svoji imunitu.**
 - a) Jakou mají barvu pleti?
 - b) Jak se jim proto říká?

- 4) **Na vnitřní ocelovou konstrukci Sochy Svobody jsou připevněny kovové pláty, které tvoří její vnější tvar. Tyto vnější pláty jsou vyrobeny z velmi známého prvku.**
 - a) O který prvek se jedná?
 - b) Jaká je jeho přirozená barva?
 - c) Proč je ale socha modrozelená?

- 5) **Zemské jádro je tvořeno slitinou, v níž významně převažuje jeden známý kov. Stejný kov je obsažen i v jádru některých pevných planet ve vesmíru, a obecně je poměrně hojný.**
 - a) O který kov se jedná?
 - b) Proč je zrovna tohoto kovu tak velké množství?

- 6) **V historii se – hlavně v lékařství – používala tzv. „věčná pilulka“.**
 - a) Z jakého prvku byla vyrobena?
 - b) Jaké jsou její účinky?



- 7) **Halogenidové výbojky, se kterými se často setkáváme, obsahují páry jednoho těžkého kovu.**
- a) O jaký kov jde?
 - b) Jakou má tento kov spojitost se zubním lékařstvím?
- 8) **Sloučeniny určitého prvku způsobují, že lidé pláčou při krájení cibule.**
- a) O který prvek se jedná?
 - b) Tento prvek se využívá i k desinfekci. Kde?
- 9) **Jedna plynná sloučenina prvku z otázky 8 lze použít pro modulaci hlasu do nižších poloh.**
- a) Napiš její vzorec.
 - b) Napiš její systematický název.
 - c) Dá se tento plyn běžně koupit?
 - d) Tento plyn se používá jako izolant ve vysokonapěťových zařízeních v energetice. Jeho použití je však evidováno, a případným únikům do atmosféry je pečlivě bráněno. Proč?



ČÁST 2 CO CHEMIK POTŘEBUJE

Chemik ke své práci potřebuje nejen znalosti, ale i určité dovednosti. Mezi ně patří zejména práce se vzorci sloučenin, zápis a vyčíslení chemických rovnic a v neposlední řadě také různé výpočty. Tady už je potřeba zapojit zejména logické myšlení.

Úloha 2 Chemické rovnice

8,75 bodů

1) **Zapište reakce chemickou rovnicí, doplňte vynechané látky, vyčíslete rovnici, produkty pojmenujte:**

- a) kyselina chlorovodíková + hydrogenuhličitan sodný \rightarrow + +
- b) stříbro + sulfan (sirovodík) + kyslík \rightarrow +
- c) koncentrovaná kyselina dusičná + měď \rightarrow + +
- d) oxid železitý + hliník \rightarrow +
- e) fosforečnan vápenatý + kyselina sírová \rightarrow +
- f) disulfid železnatý + kyslík \rightarrow +

2) **Které z reakcí nejsou redoxní? Vypište je.**

3) **Přiřaďte reakcím a)–f) správný popis:**

- I. aluminotermie
- II. černání stříbra
- III. výroba superfosfátu
- IV. pražení pyritu
- V. reakce ušlechtilého kovu s oxidující kyselinou
- VI. neutralizace žaludečních šťáv

**Úloha 3 Lithium****2,75 bodů**

Geologové objevili velké ložisko rudy lithia – spodumenu. Odhadují, že ložisko o hmotnosti 250 tun bude obsahovat asi 40 % čistého spodumenu, zbytek budou tvořit jiné minerály.

- 1) **Zapište chemický vzorec spodumenu.**
- 2) **Kolik tun spodumenu se získá po vyčištění vytěženého materiálu od jiných nerostů?**
- 3) **Kolik korun získá majitel dolu, jestliže ze všeho vytěženého spodumenu vyrobí velice čisté lithium, které prodá za cenu 20 Kč/gram?**

Úloha 4 Uhlík**3,5 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 $2210 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- 1) **Jakou hmotnost bude mít desetimetrová čára?**
- 2) **Kolik karátů by měl diamant, který by se teoreticky dal vyrobit z této tužky (hustota diamantu je přibližně $3500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)?**
- 3) **Jaký objem by za normálních podmínek zaujímal oxid uhličitý, který by vznikl spálením tuhy z celé této tužky?**



ČÁST 3 CO CHEMIKA NEJVÍC BAVÍ

Tak tady je to úplně jasné. Přece pokusy! Připravili jsme vám jednoduché experimenty, které zvládnete doma s použitím běžných látek. Kromě toho, že se pobavíte, tak si ověříte některé zákonitosti, o kterých jste se jistě v hodinách učili. Pokud by situace byla příznivá a mohli byste úlohy vypracovat ve škole, tak místo kuchyňských pomůcek použijte chemické nádobí (názvy v závorce).

Úloha 5 Rozpustnost kuchyňské soli

10 bodů

Když maminky a babičky vyrábí domácí sirup, tak často smíchají 1 litr ovocné šťávy a 1 kg cukru. Povaří obě přísady společně a mňam... A jak je to se solí? Myslíte si, že můžeme do 1 litru vody nasypat 1 kg soli a rozpustí se?

Pomůcky:

- sklenice (kádinka 250 ml)
- lžička (skleněná tyčinka)
- kuchyňské váhy – přesnost na 1 g (laboratorní váhy)

Chemikálie:

- kuchyňská sůl asi 300 g
- voda (ideálně destilovaná) 300 g (300 ml)

Úkol:

- 1) Zjistěte rozpustnost kuchyňské soli při pokojové teplotě (pro zjednodušení předpokládejme, že to bude 20 °C)
- 2) Odpovězte na otázky v Pracovním listu.

Pracovní postup:

- 1) Zvažte sklenici (kádinku) a odvažte do ní 100 g vody (můžete i odměřit 100 ml, ale to jen ve škole, kde máte přesný odměrný válec)
- 2) Do vody postupně po troškách přisypávejte sůl a míchejte. Další sůl přisypejte až v momentě, kdy se předchozí dávka rozpustí.
- 3) Poté, co se sůl nebude rozpouštět ani po delším míchání, sklenici zvažte a určete hmotnost přidané soli.
- 4) Opakujte třikrát a hodnoty zapište.
- 5) Z naměřených hodnot vypočítejte průměrnou hodnotu a s její pomocí vypočtete procentuální koncentraci kuchyňské soli ve vámi vytvořeném roztoku.
- 6) V tabulkách nebo na Internetu najděte hodnotu rozpustnosti kuchyňské soli při 20 °C a porovnejte se svým výsledkem. Pozor na jednotky!

**Úloha 6 Láva a vejce****10 bodů**

Asi neexistuje žádný rozumný způsob, jakým spojit vejce a lávovou lampu a udělat z toho dobrý úvod. Vy to ovšem doma zvládnete za použití chemie. Čekají Vás dva krátké pokusy s jednou skupinou solí – s uhličitany.

Pomůcky:

- miska (odpařovací miska nebo nízká kádinka)
- 2 běžné nebo zavařovací sklenice (kádinky 250 nebo 400 ml)
- lžíce (laboratorní lžička)
- menší lžička (skleněná tyčinka)

Chemikálie:

- vaječná skořápka (stačí polovina)
- ocet asi 150 ml
- libovolný jedlý olej asi 200 ml
- jedlá soda 20–40 g (podle velikosti dna sklenice)
- libovolné potravinářské barvivo

Úkol:

- 1) Pozorujte a popište reaktivitu uhličitánů s kyselinou.
- 2) Odpovězte na otázky v Pracovním listu.

Pracovní postup:

- 1) Vložte vaječnou skořápku do octa. Pozorujte reakci a zapište pozorování.
- 2) Ponechte skořápku v octě do druhého dne a zapište, co jste pozorovali.
- 3) Na dno sklenice nasypete jedlou sodu do výšky asi 1 cm. Sodu ve sklenici opatrně přelijte olejem do výšky aspoň 5 cm, tak abyste nezvířili sodu na dně (můžete si pomoci např. lžící).
- 4) V jiné sklenici si připravte asi 20 ml octa, pro lepší kontrast ho můžete obarvit potravinářským barvivem. Pak lžící nakapejte ocet do oleje a pozorujte.

PRACOVNÍ LIST**20 BODŮ****Úloha 5 Rozpustnost kuchyňské soli****10 bodů**

1) Hmotnost sklenice g

Množství rozpuštěné kuchyňské soli:

| 1. stanovení [g] | 2. stanovení [g] | 3. stanovení [g] | PRŮMĚR [g] |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| | | | |

body:**2) Otázky**

a) Jaký je chemický název a vzorec kuchyňské soli?

b) Jaký typ roztoku z hlediska koncentrace jste vytvořili?

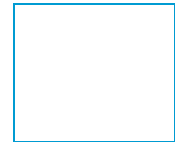
body:**3) Výpočet**

Procentuální koncentrace soli:

Výpočet:

Výsledek:

body:



4) Porovnání a zdůvodnění

Tabulková hodnota rozpustnosti soli

Zjištěná hodnota pokusem

Případný výpočet kvůli jednotkám, ve kterých je rozpustnost uváděna (nemusí se tě týkat):

Porovnání a zdůvodnění:

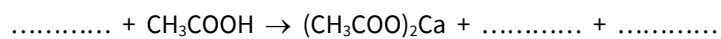
body:

**Úloha 6 Láva a vejce****10 bodů****1) Pozorování a rovnice**

a) Popište, co se děje se skořápkou po umístění do misky s octem.

b) Co vidíte druhý den?

c) Doplňte reakci skořáčky s octem a vyčíslete.

**body:****2) Pozorování**

a) Popište, jak funguje vaše lávová lampa.

b) Proč se octové kapky vznášejí k hladině a pak klesají?

body:



3) Otázky

- a) Jaký je chemický vzorec jedlé sody?

- b) Zapište chemickou rovnici reakci, která probíhá ve vaší lávové lampě.

- c) Jak reagují uhličitany s kyselinou? Vycházejte z pozorování reakcí skořápky a sody.

- d) Jak by probíhala reakce uhličitanu draselného (potaše) s kyselinou chlorovodíkovou? Zapište chemickou rovnici a vyčíslete.

body:



57. ročník

2020/2021

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie D

Teoretická + praktická část – Řešení

TEORETICKÁ ČÁST

20 BODŮ

Úloha 1 Perličky ze světa prvků

5 bodů

1)

- a) okolo 2 K
- b) supratekutá kapalina má nulovou viskozitu, teče po povrchu nádoby nahoru

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

2)

- a) nic
- b) zlato projde nezměněné trávicím traktem, protože je to ušlechtilý kov

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

3)

- a) modrou
- b) modří mužové

za správnou odpověď v bodě a) 0,25 bodu, odpověď b) není honorována

celkem 0,25 bodu

4)

- a) měď
- b) hnědočervená
- c) měď se na vzduchu pasivuje a vzniká měděnka

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,75 bodu

5)

- a) železo
- b) je to nejtěžší prvek, který vzniká syntézou (fúzí) jader za současného uvolnění energie

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

6)

- a) antimon
- b) po podání se dostaví zvracení a průjem (pilulka se po opuštění trávicího traktu umyla a použila příště)

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

7)

- a) rtuť
- b) výroba amalgámu na zubní plomby

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

8)

- a) síra
- b) síření sudů, sklepů (v podobě SO_2)

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

9)

- a) SF_6
- b) fluorid sírový
- c) nedá
- d) jedná se o nebezpečný skleníkový plyn, je nebezpečnější než CH_4

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

Úloha 2 Chemické rovnice

8,75 bodů

1)

- a) $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) $4 \text{Ag} + 2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- c) $4 \text{HNO}_3(\text{konc.}) + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$
- e) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2 \text{CaSO}_4$ (alternativně $2 \text{CaHPO}_4 + \text{CaSO}_4$, $2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaSO}_4$, produktem může být i $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$; samozřejmě s patřičnou změnou vyčíslení levé strany)
- f) $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$

za správně doplněné produkty po 0,50 bodu za rovnici
za název fosfor-obsahujícího produktu (hydrogenfosforečnan vápenatý, dihydrogenfosforečnan vápenatý, kyselina trihydrogenfosforečná) 0,20 bodu
za každý správně zapsaný název ostatních produktů 0,10 bodu
za vyčíslení rovnic **b), d), e)** 0,25 bodu
za vyčíslení rovnic **c), f)** 0,50 bodu

celkem 6,25 bodu

2) reakce **a)** a **e)**

za správnou odpověď 0,50 bodu
(pokud je špatně označena redoxní reakce, tak -0,50 bodu za každou takovou, v případě více špatných odpovědí než správných odpovědí 0 bodu)

celkem 1,00 bodu

3)

- a) – VI.
- b) – II.
- c) – V.
- d) – I.
- e) – III.
- f) – IV.

za správnou dvojici 0,25 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 3 Lithium

2,75 body

1) $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

za správnou odpověď 0,50 bodu

celkem 0,50 bodu

2) 40 % z 250 t = **100 t**

za správný výpočet 0,50 bodu

celkem 0,50 bodu

3) $M_r(\text{LiAlSi}_2\text{O}_6) = \mathbf{186,1}$

$w(\text{Li}) = A_r / M_r = 6,94 / 186,1 = \mathbf{0,0373}$ (nebo 3,73 %)

ve 100 t: $0,0373 \cdot 100 = \mathbf{3,73 \text{ t Li}}$

$3,73 \text{ t} = 3\,730\,000 \text{ g Li}$

$3\,730\,000 \cdot 20 \text{ Kč} = \mathbf{74\,600\,000 \text{ Kč}}$

za výpočet relativní molekulové hmotnosti 0,50 bodu

za výpočet hmotnostního zlomu Li 0,50 bodu

za výpočet zisku 0,75 bodu

celkem 1,75 bodu

Úloha 4 Uhlík

3,50 bodu

- 1) Hmotnost tuhy:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot (\pi \cdot r^2 \cdot v) = 2,210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 0,5497 \text{ cm}^3 = 1,215 \text{ g}$$

Hmotnost čáry o délce 10 cm:

$$1,215 \text{ g se spotřebuje na } 34 \text{ km, tzn. na } 10 \text{ cm se spotřebuje } 1,215 \text{ g} \cdot [10 \text{ cm} / (34 \cdot 10^6 \text{ cm})] = 3,57 \text{ } \mu\text{g uhlíku}$$

za výpočet hmotnosti tuhy 1,00 bodu

za výpočet hmotnosti čáry 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

- 2) Hmotnost uhlíku v grafitu je 1,215 g; hmotnost uhlíku v diamantu bude stejná.

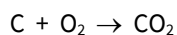
$$1 \text{ karát je } 0,200 \text{ g, tedy } 1,215 / 0,200 = 6,07 \text{ ct (karátů).}$$

za správnou odpověď 0,50 bodu

(i kdyby vycházela ze špatného výpočtu hmotnosti)

celkem 0,50 bodu

- 3) Látkové množství oxidu uhličitého bude stejné jako látkové množství uhlíku.



$$n = 1,215 \text{ g} / (12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0,1012 \text{ mol, } V = n \cdot V_M = 0,1012 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 2,268 \text{ dm}^3$$

za rovnici 0,50 bodu

za výpočet látkového množství 0,50 bodu

za výpočet objemu CO₂ 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 5 Rozpustnost kuchyňské soli

10 bodů

1)

*za každé správně provedené měření 2,00 bodu
za výpočet průměrné hodnoty 0,25 bodu*

celkem 6,25 bodu

2)

- a) vzorec: NaCl, název: chlorid sodný
- b) nasycený roztok

za každou odpověď 0,25 bodu

celkem 0,75 bodu

3) Výpočet procentuální koncentrace:

Příklad – průměrná hodnota rozpuštěné soli vyjde 35 g

$$w = 35 / 135 = 0,259, \text{ tj. } 25,9 \%$$

*za správný výpočet 1,50 bodu
(uznat jakýkoliv správný postup výpočtu)*

celkem 1,50 bodu

4) Tabulková hodnota rozpustnosti NaCl (20 °C) = 35,86 g NaCl / 100 g vody

Lze také najít hodnotu hmotnostního zlomku v nasyceném roztoku $w = 0,264$

Důvodem odchylky při domácím provedení může typicky být nedostatečná přesnost použité kuchyňské váhy nebo malé množství nerozpuštěné soli nadhodnocující výsledek.

*za správně zapsané naměřené a tabulkové hodnoty 0,50 bodu
za smysluplné zdůvodnění rozdílu 1,00 bodu*

celkem 1,50 bodu

Úloha 6 Láva a vejce

10 bodů

1)

- a) „šumí“, vznikají bublinky
- b) skořápka se rozpustila a zůstala jen vnitřní blána (skořápka změkla a ztratila tvar)
- c) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

*za každou odpověď a) a b) 2,00 bodu
za správné doplnění rovnice 0,50 bodu
za vyčíslení rovnice 0,50 bodu*

celkem 5,00 bodu

2)

- a) Kapky octa klesají olejem na vrstvu jedlé sody, se kterou reagují a šumí a poté stoupají zase na hladinu.
- b) Kapky obarveného octa jsou nadnášeny oxidem uhličitým, který reakcí vzniká. Na hladině oxid uhličitý unikne a kapka zase klesá, jelikož ocet má vyšší hustotu než olej.

*za popis experimentu 2,00 bodu
za vysvětlení 0,50 bodu*

celkem 2,50 bodu

3)

- a) NaHCO_3
- b) $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- c) uhličitany se kyselinou rozkládají za vzniku oxidu uhličitého
- d) $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

*za správnou odpověď a) a c) 0,50 bodu
za správné reaktanty a produkty v rovnicích b) a d) 0,50 bodu
za vyčíslení rovnice d) 0,50 bodu*

celkem 2,50 bodu