



**57. ročník**

**2020/2021**

**ŠKOLNÍ KOLO**

**Kategorie C**

---

**Test – Zadání**

60 bodů, 120 minut

**TEST ŠKOLNÍHO KOLA****60 BODŮ****Úloha 1      Redoxní rovnice****4 body**

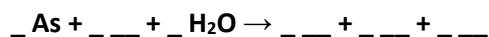
Chrom se pasivuje působením kyseliny sírové, vzniká zelený prášek, štiplavý plyn a voda.

1. Zapište děj chemickou rovnicí a vyčíste. Reaktanty a produkty zapisujte v takovém pořadí, jak jsou uvedeny v zadání.



Arsen je polokov, proto reakce s kyselinami probíhá oproti kovům odlišně. Arsen reaguje se sloučeninou, která je minoritní složkou lučavky královské, ve vodném prostředí, vzniká kyselina trihydrogenarseničná a bezbarvý oxid, jenž lze snadno oxidovat na rezavý plyn.

2. Zapište děj chemickou rovnicí a vyčíste. Reaktanty a produkty zapisujte v takovém pořadí, jak jsou uvedeny v zadání.



**Úloha 2      Soubor potenciálů****10 bodů****1. Doplňte do následujícího textu správné pojmy z nabídky přetažením:**

Redoxní potenciál kovů je měřen vůči \_\_\_\_ elektrodě, která má hodnotu standardního redoxního potenciálu \_\_\_\_ . Kovy, které mají \_\_\_\_ redoxní potenciál, jsou schopné vytěsnit jiný kov z jeho soli. Kov s vyšším redoxním potenciálem je \_\_\_\_ redukční činidlo než kov s nižším redoxním potenciálem. Kovy s \_\_\_\_ redoxním potenciálem jsou schopny snadno vytěsnit vodík z kyseliny. Čím \_\_\_\_ je pak absolutní hodnota redoxního potenciálu, tím ochotněji je vodík vytěšňován.

**Výběr:** lithiové, kladným, vyšší, vodíkové, 1 V, platinové, nižší,  $\infty$  V, železné, silnější,  $-1$  V, záporným, slabší, 0 V

Byly provedeny následující experimenty. Kov **A** byl rozpuštěn v kyselině sírové za vzniku štiplavého oxidu. Ke vzniklému modrému roztoku byl přidán kov **B**, přičemž se vylučoval červenohnědý kov. Dále byl připraven narůžovělý roztok síranu kovu **B**, přidáním kovu **C** ani **D** nebylo možné vytěsnit kov **B** z roztoku. Kov **B** tvoří ve svém oxidačním stavu +VII sůl **X**, jejíž roztoky jsou růžové až fialové. Hydrát síranu kovu **C** je běžně využívanou solí, která má známý triviální název. Reakcí kovu **D** s koncentrovanou horkou kyselinou dusičnou byla připravena její sůl s kovem v oxidačním stavu +II. Tato sůl byla rozpuštěna ve vodě a roztok byl rozdělen na tři díly, do nichž byl vždy přidán jeden z kovů **A**, **B** a **C**, což vždy vedlo k vytěsnění kovu **D** z roztoku.

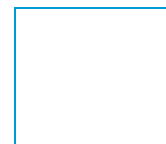
**2. Identifikujte kovy AD, víte-li, že během experimentu byly k dispozici pouze následující kovy: Zn, Ag, Al, Cu, Hg, Sn, Mn, Pb.**

**3. Uveďte vyčíslenou chemickou rovnici rozpouštění kovu A v kyselině sírové. Reaktanty i produkty seřadte podle klesající molární hmotnosti.**

**4. Napište chemický vzorec soli X.**

**5. Pro hydrát síranu kovu C se používá triviální název. Vyberte správný název z nabídky:**

**Výběr:** burel, zelená skalice, sfalerit, cyankáli, borax, galenit, bílá skalice, ledek, pyrit, rumělka, auripigment, modrá skalice, hořká sůl, kalomel, suřík



### Úloha 3 Dělení slitin podruhé aneb rozpuštění a vypuštění

13 bodů

V testu se vám do rukou dostala slitina, jejíž složení tentokrát znáte. Slitina obsahuje stříbro (**Ag**), olovo (**Pb**) a zinek (**Zn**). Vaším úkolem bude nyní zjistit, jak jsou kovy ve slitině zastoupené.

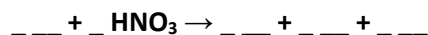
Pro analýzu jste rozpustili 7,017 g slitiny ve zředěné kyselině dusičné (**reakce I**). Pro další postup byl přebytek kyseliny dusičné neutralizován. Ze získané směsi solí všech tří kovů byl kov **A** vyloučen použitím kovového olova (**reakce II**). Čistý vyloučený kov vážil 0,843 g. Do roztoku zbývajících dvou kovů byla nalita solanka, čímž došlo k vysrážení soli kovu **B** (**látko X**) o hmotnosti 5,370 g. V roztoku zbyla pouze sůl kovu **C**, tu jste se rozhodli vyloučit elektrolyticky (**reakce III**). Pro vyloučení veškerého množství kovu **C** jste využili galvanostat, který poskytoval stálý proud o velikosti 2,44 A a tento proces trval právě 1 hodinu.

1. Přiřaďte ke kovům **A**, **B** a **C** z návodu kovy z původní slitiny.

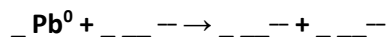
2. Doplňte a vyčíslete rovnice reakcí I – III.

Ve všech rovnicích použijte nejmenší možné celočíselné stechiometrické koeficienty. Jak reaktanty, tak produkty seřaďte podle klesající molární hmotnosti. Náboj částic vyberte z nabídky.

Pro rovnici I uvažujte, že se zředěnou kyselinou dusičnou reagují všechny tři kovy obdobně za vzniku stejného plynného produktu. Rovnici I napište tedy jako obecnou reakci kovu **M**, který se zředěnou kyselinou dusičnou oxiduje do oxidačního stavu **+n**. Pro zápis rovnice uvažujte, že kov **M** má vyšší molární hmotnost než kyselina dusičná.



Rovnici II napište v iontovém tvaru (bez použití aniontu soli v roztoku):



Rovnici III napište jako redukční poloreakci (s využitím elektronů, u nich uvažujte nulovou molární hmotnost). Stechiometrické koeficienty u kovů neuvádějte a považujte je za rovny jedné.



3. Napište vzorec látky X.

4. Na základě postupu určete složení slitiny v hmotnostních procentech, výsledek uveďte na dvě desetinná místa.

Při výpočtech můžete uvažovat, že náboj jednoho elektronu je numericky roven  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C.

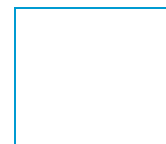
Dávejte pozor v jednotlivých krocích, které kovy jsou v roztoku, které vytěsníte a jaké ionty se do roztoku dostanou. Mějte na paměti také fakt, že slitina nemusí být vždy stoprocentně čistá nebo se vám nemusí podařit izolovat veškeré množství všech kovů.

Při mezivýpočtech zaokrouhlujte co nejméně, ideálně až definitivní výsledek na zadanou přesnost.

5. Kterými kovy z následující nabídky byste mohli vytěsnit kovy **B** a **C** z jejich roztoků?

Kov **B**: Hg, Ag, Sn, Zn, Pb, Mn, Na, Fe, Cu, Al

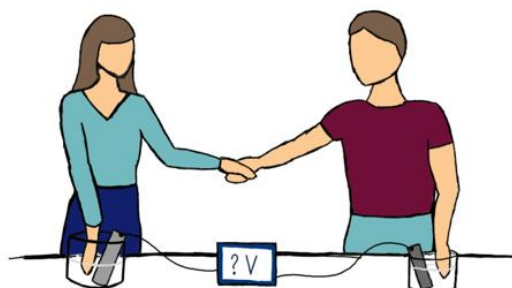
Kov **C**: Hg, Fe, Pb, Al, Zn, Ag, Sn, Mn, Cu, Na



## Úloha 4 Hanka a Bořek jako solný můstek

9 bodů

Hanka a Bořek viděli na internetu pokus, ve kterém byl v galvanickém článku solný můstek nahrazen párkem. Rozhodli se proto, že by podobný pokus vyzkoušeli sami na sobě. Protože jsou podobného složení jako párek (jen mají víc masa), rozhodli se, že místo solného můstku použijí Hanku a Bořka, kteří se budou držet za ruce. Navrhli zapojení galvanického článku tak, jak je ukázáno na obrázku:



1. Jak mohou Hanka s Bořkem zajistit co nejlepší přenos elektrického proudu mezi rukama, kterými se drží? Vyberte ten nejúčinnější způsob.

- Nebudou se držet přímo za ruce, ale každý chytne z jedné strany dřevěný špalíček.
- Ruce si navlhčí destilovanou vodou.
- Umyjí si důkladně ruce vodou a mýdlem a následně je pořádně osuší papírovými utěrkami.
- Nebudou se držet za ruce, ale budou se vzájemně dotýkat čely.
- Ruce si navlhčí vodou z kohoutku.
- Rukama se nebudou přímo dotýkat, ale budou od sebe držet dlaně ve vzdálenosti asi 1 cm.
- Nanesou si na ruce velkou vrstvu křídového prášku.
- Ruce si pořádně osuší papírovými utěrkami.

Hanka s Bořkem mají k dispozici následující kovy, z nichž vybírají elektrody: nikl, kobalt, železo a hliník. Mají také dostupné soli uvedených kovů, z nichž vytvoří elektrolyt. Hanka s Bořkem by chtěli vytvořit galvanický článek, na kterém naměří co největší napětí.

Redoxní pár	Ni <sup>2+</sup> /Ni	Co <sup>2+</sup> /Co	Fe <sup>2+</sup> /Fe	Al <sup>3+</sup> /Al
E° (V)	-0,23	-0,28	-0,44	-1,66

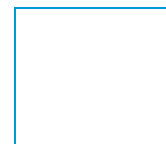
2. Uveďte kovy, které mají Hanka s Bořkem vybrat, aby získali článek s největším možným napětím. Určete, který z kovů bude sloužit jako katoda a který jako anoda.

3. Zapište vyčíslené rovnice poloreakcí včetně skupenství, které probíhají na anodě a katodě. Do prázdných polí vepište značku daného kovu. Stechiometrické koeficienty u kovů neuvádějte a považujte je za rovny jedné.

4. Zapište vyčíslenou celkovou redoxní rovnici v iontovém tvaru včetně skupenství. Doplněte značky kovů, produkty i reaktanty seřaďte podle klesající molární hmotnosti.

5. Zapište schematický zápis článku včetně skupenství.

6. Vypočítejte napětí ve voltech, které mohou Hanka s Bořkem změřit zapojeným voltmetrem, jak je zobrazeno výše na obrázku. Výsledek uveďte na dvě desetinná místa.

**Úloha 5 Ve dvou se to táhne lépe****12 bodů**

I když technickým kovem číslo jedna je bez pochyb železo, není zdaleka jediným nepostradatelným kovem v každodenním životě. V této úloze se podíváme na dva další takové kovy – měď a zinek. První z nich najdete samotný například ve zdech domů jako součást elektrických obvodů nebo v mincích ve vaší peněženke, ten druhý byste mohli hledat třeba na střeše. Pozinkování je totiž jednou z nejrozšířenějších metod ochrany povrchu železných plechů před korozi.

**1. Kolik kg zinku je potřeba na pozinkování střechy o velikosti 40 m<sup>2</sup>, pokud tloušťka zinkové vrstvy je 20 μm a hustota zinku je 7,14 g/cm<sup>3</sup>? Nezapomeňte, že plech má dvě strany. Výsledek uveďte na jedno desetinné místo.**

I když na první pohled vypadají kovy rozdílně, mají toho mnoho společného. Oba prvky jsou chalkofilní, což znamená, že se v přírodě nachází v siřičkových rudách. Zástupci takových siřičků jsou například minerály s chemickými vzorci CuFeS<sub>2</sub> pro měď nebo ZnS pro zinek.

**2. Odpovězte na následující otázky:**

a) Spočítejte, kolik hmotnostních procent daného kovu obsahují uvedené minerály. Výsledky uveďte na jedno desetinné místo.

b) Siřička je zastaralé označení pro skupinu sloučenin, pro které je dnes doporučováno jiné označení. Uveďte toto doporučované označení v 1. pádu množného čísla a k zápisu využijte jen malá písmena (např. siřičky a ne Siřičky).

c) Pokud chceme z minerálů získat čisté kovy, musíme kovový kation

- zdokumentovat
- oxidovat
- redukovat
- neutralizovat

d) Ovšem ještě před tím je obvykle potřeba siřičkové minerály převést na sloučeniny s jiným aniontem. To se provádí pomocí pražení se vzduchem, při kterém vždy vznikne jeden konkrétní plynný produkt. Druhým produktem pražení je vždy látka patřící do jedné skupiny sloučenin. Uveďte vzorec plynného produktu a název skupiny sloučenin. Ten запиšte v 1. pádě množného čísla pouze pomocí malých písmen (např. siřičky, ne Siřičky).

Po pražení se dalšími postupy za nepřístupu vzduchu získají elementární měď a zinek. Možná se divíte, kam se podělo železo z vybraného zástupce CuFeS<sub>2</sub>. V průmyslu se obvykle využívají k výrobě mědi rudy železa, které obsahují malé množství mědi, v rámci jednotek procent. Během získávání mědi se speciálními postupy od sebe oddělují sloučeniny železa a mědi a tvoří se koncentrát s vysokým obsahem mědi v rámci desítek hmotnostních procent.

Pokud se rudy mědi a zinku zpracovávají společně, ve výsledku vznikne jejich slitina.

**3. Jak se tato slitina jmenuje?**

Výběr: liteřina, camelid, mosaz, bronz, dural, lama, alpaka

**4. Máte 40 t rudy, která obsahuje 1,6 % mědi a 100 kg rudy tvořené 94 % ZnS a 6 % příměsí, co nejsou ani měď ani zinek. Jaké množství slitiny můžete získat a kolik hmotnostních procent jednotlivých kovů bude obsahovat, pokud proces má účinnost 75 %? Výsledek zaokrouhlete na jednotky.**

**5. Ze slitiny mědi a zinku se často vyrábí pistolové náboje. Takový náboj můžete aproximovat jako váleček o výšce 19 mm a poloměru 4 mm. Používá se slitina mědi a zinku, která má hustotu 8 500 kg/m<sup>3</sup>. Kolik celých nábojů můžete vyrobit z 500 kg slitiny?**

**Úloha 6 Evženovy krvavé trable****12 bodů**

Nejznámější biomolekulou železa je hemoglobin.

1. K čemu hemoglobin v organismu slouží?

- k přenosu elektronů
- k přenosu fotonů
- k přenosu barviv
- k přenosu kyslíku

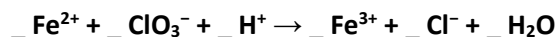
2. Do nemocnice přišel pacient Evžen. Byl pobledlý a zesláblý, což mohlo být způsobeno nedostatkem hemoglobinu. Pacient váží 70 kg a má 70 ml krve na 1 kg váhy. Poměr objemu červených krvinek vůči objemu krve, tzv. hematokrit, byl stanoven u tohoto pacienta na 33 %. Koncentrace hemoglobinu je 5,2 mmol na jeden litr červených krvinek, molární hmotnost hemoglobinu je 64 000 g mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte, kolik g hemoglobinu má Evžen v těle, zaokrouhlete na jednotky.

3. Zdravý člověk o hmotnosti 70 kg má 70 ml krve na 1 kg váhy, 2,4 · 10<sup>13</sup> červených krvinek a objem jedné červené krvinky je u něj 90 · 10<sup>-15</sup> l. Spočítejte objemová procenta (hematokrit) červených krvinek v krvi. Výsledek zaokrouhlete na celá procenta.

Evžen má hodnotu hematokritu 33 %. Má Evžen snížené množství červených krvinek?

V hemoglobinu při vazbě kyslíku za normálního stavu nedochází ke změně oxidačního čísla železa (to pouze přechází do jiného energetického stavu, tato problematika je ale nad rámec letošní kategorie C). Vlivem dědičné poruchy nebo otravou některými oxidačními činidly může dojít k oxidaci železa v hemoglobinu. Takovýto stav se nazývá methemoglobinemie a může být i smrtelný.

4. Jednou skupinou látek, která může způsobit methemoglobinemii, jsou například chlorečnany. Vyčíslíte redoxní reakci chlorečnanu s železnatými ionty:



5. Jako antidotum k takovéto otravě se používá například methylenová modř, která se aplikuje přímo do žíly. Jakou obecnou chemickou vlastnost musí mít takovéto antidotum?

- Oxidační činidlo
- Báze
- Velkou molekulovou hmotnost
- Kyselina
- Redukční činidlo
- Malou molekulovou hmotnost

6. Aby došlo k letálnímu průběhu otravy, je potřeba mít v oxidované formě alespoň 70 % hemoglobinu. Jaké množství chlorečnanu draselného by muselo být aplikováno člověku s 550 g hemoglobinu, aby byl otráven? V jedné molekule hemoglobinu jsou čtyři železnaté ionty. Molární hmotnost hemoglobinu je 64 000 g mol<sup>-1</sup>. Uvažujte okamžité vstřebání chlorečnanu a výsledek zaokrouhlete na desetiny g.