

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória C

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 58. ročník – šk. rok 2021/2022

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (20 b.)

Kyseliny, zásady a životné prostredie

Asi každý z vás sa už stretol s pojmom kyslý dažď. Dažď má prirodzene kyslé pH, pretože počas toho, ako padá na zem reaguje s oxidom uhličitým prítomným v atmosfére za vzniku slabej kyseliny uhličitej.

Jeden z hlavných dôvodov vzniku kyslých dažďov je oxid siričitý, ktorý sa do atmosféry dostáva spaľovaním fosílnych palív alebo tavením sulfidových rúd. Druhým hlavným dôvodom je uvoľňovanie oxidov dusíka do atmosféry. Tie sú produkované najmä v spaľovacích motoroch, v ktorých musí byť teplota natoľko vysoká, aby došlo ku vzniku oxidu dusnatého. V atmosfére následne dochádza k oxidácii tohto oxidu a vzniku kyseliny dusičnej, prípadne dusitej.

Kyslé dažde sa považujú za celosvetový problém, nakoľko padajú vo forme zrážok aj tisícky kilometrov od zdroja ich vzniku a poškodzujú stavebné materiály s obsahom uhličitanov, vegetáciu vyplavovaním dôležitých minerálov z pôdy a rovnako ohrozujú vodné živočíchy, nakoľko menia pH riek a jazier. Nepriaznivé účinky majú aj na zdravie ľudí, pretože zvyšujú riziko vzniku dýchacích ochorení.

1.1 Napíšte chemickú rovnicu reakcie uhličitanu vápenatého s kyselinou sírovou.

1.2 Jedným z „najkyslejších“ jazier na svete je Little Echo Pond, ktoré sa nachádza v štáte New York. Hodnota pH v tomto jazere je 4,2. Na základe tejto hodnoty vypočítajte koncentráciu $[H_3O^+]$ a $[OH^-]$ iónov prítomných v jazere. (Uveďte postup riešenia!)

Jednou z najbežnejších laboratórnych metód kvantitatívnej analýzy je acidobázická titrácia, vďaka ktorej vieme stanoviť neznámu koncentráciu kyseliny štandardizovaným roztokom zásady alebo naopak.

1.3 Vypočítajte akým objemom roztoku kyseliny sírovej (v cm^3) s koncentráciou $c = 0,200 \text{ mol/dm}^3$ by bolo možné zneutralizovať 4,00 g uhličitanu vápenatého. (Uvedte postup riešenia!)

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,087 \text{ g/mol}$$

1.4 Pomôžte mladému chemikovi vypočítať, aký objem (v cm^3) kyseliny sírovej s $c = 0,040 \text{ mol/dm}^3$ je potrebných na zneutralizovanie 40,0 cm^3 roztoku hydroxidu draselného s koncentráciou $0,050 \text{ mol/dm}^3$. (Nezabudnite aj na zápis chemickej reakcie pomocou chemickej rovnice!) (Uvedte postup riešenia!)

1.5 Vyberte správne tvrdenie.

Na prípravu roztoku kyseliny sírovej s koncentráciou $c = 0,0400 \text{ mol/dm}^3$ a objemom 200 cm^3 ($c(98 \% \text{H}_2\text{SO}_4) = 18,346 \text{ mol/dm}^3$):

- je potrebné objem 1,09 cm^3 98 % kyseliny sírovej zriediť vodou do výsledného objemu roztoku.
- je potrebné objem 0,55 cm^3 98 % kyseliny sírovej zriediť vodou do výsledného objemu roztoku.
- je potrebné objem 0,44 cm^3 98 % kyseliny sírovej zriediť vodou do výsledného objemu roztoku.
- je potrebné objem 0,22 cm^3 98 % kyseliny sírovej zriediť vodou do výsledného objemu roztoku.

1.6 Vašu odpoveď zdôvodnite uvedením výpočtu. (Uvedte postup riešenia!)

Pri acidobázických rovnováhach sa zvyknú používať tzv. tlmivé roztoky. Ich úlohou je zabrániť zmenám pH vo vodných roztokoch aj v prípade, že sú doň pridávané malé množstvá kyselín, zásad prípadne vody. Zvyčajne ide o zmes slabšej kyseliny alebo zásady a ich solí.

Tlmivé roztoky zohrávajú úlohu aj v ľudskom tele, konkrétne v krvi. Hodnota pH krvi je približne 7,4. V tomto prípade pôsobí kyselina uhličitá ako tlmivý roztok, ktorý zabezpečuje stabilitu tejto hodnoty.

1.7 Doplňte do textu správne pojmy.

Kyselina uhličité je (slabá/silná) kyselina. Vo vodnom roztoku disociuje v prvom stupni za vzniku aniónu a katiónu. Ak hodnota pH krvi klesne, znamená to, že koncentrácia kyseliny uhličitej v krvi (klesá/stúpa) a súčasne koncentrácia aniónu (klesá/stúpa). Ak dýchame príliš rýchlo, hodnota pH krvi sa (zvyšuje/znižuje). Ak, naopak, dych zadržujeme, hodnota pH krvi sa (zvyšuje/znižuje).

1.8 Zdôvodnite svoju odpoveď v posledných dvoch tvrdeniach v úlohe 1.7

Úloha 2 (20 b.)

2.1 Určite systémové alebo triviálne názvy zlúčenín prvkov s vodíkom.

- a) SiH₄
- b) N₂H₄
- c) H₂Se
- d) SbH₃

2.2 Riešte úlohy o vodíku.

- a) Prečo nie je vodík umiestnený v PSP v skupine spolu s alkalickými kovmi, v čom sa odlišuje od ostatných prvkov prvej skupiny?
- b) Prečo je molekulový vodík H₂ pomerne nereaktívny?
- c) Ktoré dve vlastnosti vodíka sú dôležité pre existenciu života na Zemi?
- d) Prečo môže hydridový anión H⁻ vystupovať ako Lewisova zásada a vytvárať komplexné anióny?

2.3 Doplňte produkty chemických reakcií a reakčné schémy upravte na chemické rovnice.

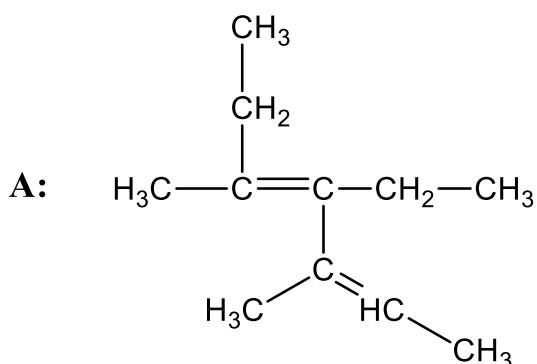
- a) Al(s) + H₂SO₄(aq) →
- b) PdCl₂ + H₂ →
- c) Al + NaOH + H₂O →
- d) H₂O + HD ↔
- e) ²₁H + ²₁H →
- f) WO₃ + H₂ →

- 2.4 Štandardná reakčná entalpia reakcie $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ má hodnotu $\Delta H = -571,68 \text{ kJ}$. Koľko tepla sa uvoľní, keď sa s kyslíkom zlúči 1 g vodíka? Akú hodnotu majú pri 25°C štandardná tvorná entalpia kvapalnej vody a štandardná spaľovacia entalpia vodíka?
- 2.5 Uvažovaním, bez tabuliek, rozhodnite či je reakcia vodíka s dusíkom za vzniku amoniaku riadená entalpiou alebo entropiou. Svoju odpoveď zdôvodnite.
- 2.6 Porovnajete teplotu varu vody a fluorovodíka. Svoju odpoveď zdôvodnite.

Úloha 3 (20 b.)

3.1 K uvedenej zlúčenine A napíšte:

- systémový názov
- sumárny vzorec
- rozhodnite, či platia nasledujúce tvrdenia:
 - Zlúčenina patrí medzi nasýtené uhľovodíky.
 - Zlúčenina má rozvetvenú štruktúru.
 - Zlúčeninu zaradíme medzi acyklické alifatické zlúčeniny.
- Napíšte aspoň 3 rôzne štruktúrne izoméry zlúčeniny A, pričom každý z nich sa musí od zlúčeniny A odlišovať aspoň v jednom z tvrdení v časti c).



3.2

- Opravte chyby v uvedenom vzorci uhľovodíka tak, že nezmeníte štruktúru ani typy väzieb.

