

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória C

Krajské kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

menia svoje zafarbenie v rôznom rozsahu pH, buď v celej oblasti pH od 0 do 14, alebo len v určitom rozsahu.

Niektoré organické látky menia v závislosti od pH prostredia usporiadanie dvojitých väzieb v molekule, čo sa prejavuje zmenou zafarbenia roztoku. Napríklad čaj zmení farbu pridaním kyslej citrónovej šťavy. Takým látkam hovoríme acidobázické indikátory.

Na určenie pH vzorky roztoku známeho pracieho prostriedku sa použilo niekoľko indikátorov uvedených v tabuľke.

Tabuľka: rozsahy pH použitých indikátorov

Označenie indikátora	Názov indikátora	Rozsah pH	Zmena farby
A	Bromtymolová modrá	6,0 – 7,6	Zo žltej na modrú
B	Metylová oranž	3,1 – 4,4	Z červenej na žltú
C	Fenolová červená	6,4 – 8,0	Zo žltej na červenú
D	Tymolftaleín	9,3 – 10,5	Z bezfarebnej na modrú
E	Metylová fialová	4,8 – 5,4	Z fialovej na zelenú
F	Indigo karmín	11,4 – 13,0	Z modrej na žltú
G	Lakmus	4,5 – 8,3	Z červenej na modrú
H	Alizorínová žltá R.	10,2 – 12,0	Zo žltej na červenú

2.1 Analýzou sa zistilo, že vzorka pracieho prášku mala hodnotu pH= 8,9. Napíšte výslednú farbu vzorky po pridaní:

- a) indikátora F
- b) indikátora B
- c) indikátora D
- d) zmesi indikátorov C + H
- e) zmesi indikátorov G + C + D
- f) zmesi indikátorov H + B

2.2 Neznámy obsah indikátorov spôsobil zafarbenie roztoku s $\text{pH} = 7,7$ na zeleno. Označte, ktoré z uvedených indikátorov mohli spôsobiť zelené sfarbenie vzorky. Svoj výber zdôvodnite.

- a) indikátor A
- b) indikátor E
- c) zmes indikátorov A + F + D
- d) indikátor H
- e) indikátor D
- f) zmes indikátorov D + H + A
- g) nebol možný vznik zeleného sfarbenia

2.3 Napíšte, akými inými možnosťami, okrem využitia indikátorov, je možné stanoviť hodnotu pH .

2.4 Uvedte názov laboratórnej metódy kvantitatívnej analýzy, ktorá slúži na určenie obsahu kyseliny alebo hydroxidu v analyzovanej vzorke a využíva farebné prechody indikátorov.

Úloha 3 (9 b.)

Kyselina sírová (triviálny názov *vitriol*) je silná, anorganická kyselina, veľmi dobre miešateľná s vodou v neobmedzenom pomere. Kyselina sírová má veľmi veľa použití a je to chemikália s najväčšou produkciou na svete. Ide o bezfarebnú olejovú kvapalinu, ktorá sa pri rôznej koncentrácii vyznačuje rôznymi chemickými vlastnosťami.

3.1 Napíšte chemickú rovnicu disociácie kyseliny sírovej vo vodnom roztoku a vyznačte jednotlivé konjugované páry. Predpokladáme, že kyselina sírová je úplne disociovaná aj do 2. stupňa.

3.2 Napíšte vzťah na výpočet disociačnej konštanty reakcie kyseliny sírovej, ktorej disociáciu znázorňuje rovnica z úlohy 3.1.

- 3.3 a) Vypočítajte látkovú koncentráciu 1 cm³ 96 % - nej kyseliny sírovej, ktorej hustota je 1,84 g/cm³ (výsledok zaokrúhlite na celé číslo a vyjadrite v jednotkách mol/dm³).

$$A_r(\text{H}) = 1,00; A_r(\text{S}) = 32,00; A_r(\text{O}) = 16,00$$

- b) Vypočítajte pH vodného roztoku kyseliny sírovej, ktorý pripravíme tak, že 1 cm³ 96 % - nej kyseliny sírovej zriedime destilovanou vodou na 1 dm³.

Úloha 4 (20 b.)

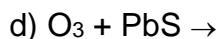
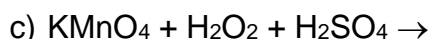
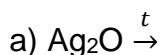
- 4.1 Vytvorte názvy alebo vzorce zlúčenín:

- RbO₂,
- BiCl(O),
- MgTiO₃,
- Pb₂PbO₄ (Pb₃O₄),
- hydroxid-oxid hlinitý,
- oxid dichromito-železnatý,
- oxid železnato-diželezitý,
- peroxid stronnatý.

- 4.2 Doplňte chýbajúce slová v texte:

Molekulový kyslík je bezfarebný plyn bez chuti a zápachu. Atómy kyslíka sú z hľadiska stability, a zlučujú sa s ďalšími atómami kyslíka alebo s atómami iných prvkov za vzniku zlúčenín. Získavajú tak elektrónovú konfiguráciu Molekula kyslíka O₂ obsahuje väzbu, je jedným z najsilnejších činidiel. Zlučovaním molekulového kyslíka s atómami kyslíka v ovzduší účinkom blesku, ultrafialového žiarenia, vzniká, ktorý sa pripravuje v zaradení nazývanom Z hľadiska jeho magnetických vlastností je kyslík látka. Je to spôsobené prítomnosťou dvoch elektrónov v π* orbitáloch.

- 4.3 Kyslík je možné pripraviť elektrolyzou vody, do ktorej je pridaný NaOH. Chemickými rovnicami zapíšte deje, ktoré prebiehajú na platinových elektródach vo vodnom roztoku NaOH. Napíšte, aké ióny sú prítomné v roztoku. Určite, na ktorej elektróde prebieha oxidácia a na ktorej redukcia.
- 4.4 Doplňte produkty a napíšte chemické rovnice (nezabudnite na úpravu koeficientov):



4.5 Kyslík je možné pripraviť reakciou oxidu manganičitého s kyselinou sírovou.

a) Zapište chemickú rovnicu prípravy.

b) Vypočítajte počet atómov a objem vzniknutého kyslíka za normálnych podmienok, ak s kyselinou sírovou zreaguje 110,0 g oxidu manganičitého.

c) Vypočítajte objem kyseliny sírovej s hmotnostným zlomkom 0,45 a hustotou $1,36 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ potrebnej na zreagovanie s 110,0 g oxidu manganičitého.

d) Vypočítajte hmotnosť soli, ktorá vznikne reakciou 110,0 g oxidu manganičitého s kyselinou sírovou.

$$A_r(\text{Mn}) = 54,938, A_r(\text{S}) = 32,066, A_r(\text{O}) = 15,999, A_r(\text{H}) = 1,0079.$$

4.6 Zo skupín oxidov vyberte:

a) kyselinotvorný oxid: Ag_2O , CO , Mn_2O_7 , N_2O ,

b) zásadotvorný oxid: CO_2 , MgO , P_4O_{10} , N_2O ,

c) amfotérny oxid: BaO , Al_2O_3 , Ag_2O , SiO_2 ,

d) kovalentný oxid s atómovou štruktúrou: CO_2 , SiO_2 , NO , CO ,

Úloha 5 (20 b.)

5.1 Dvojsýtny alkohol so sumárnym vzorcom $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_2$ je zároveň primárny a terciárny alkohol. Napíšte jeho racionálny vzorec a systematický názov. Uvedte všetky možnosti.

5.2 Sorbit je šesťsítny alkohol odvodený od hexánu. Používa sa ako sladidlo namiesto cukru. Napíšte jeho racionálny vzorec a jeho systematický názov.

5.3 Aké účinky má etanol a metanol na ľudský organizmus? Aké je ich využitie?

5.4 Zoradte uvedené zlúčeniny podľa teplôt varu vzostupne: glycerol, pentán-1-ol, bután-1,3-diol. Zdôvodnite.

5.5 Úplnou oxidáciou 3,04 g neznámeho dvojsýtného alkoholu za normálnych podmienok vzniklo $2,69 \text{ dm}^3$ oxidu uhličitého a 2,88 g vody. Určte možný vzorec a názov neznámeho alkoholu. Uvedte všetky možnosti.

5.6 Napíšte reakčné schémy a pomenujte produkty:

a) 2,3-metylbut-2-én reaguje s vodou v kyslom prostredí

- b) Propén reaguje s vodou v kyslom prostredí
- c) Etín reaguje s vodou za prítomnosti kyseliny sírovej a síranu ortuťnatého
- d) 2-chlórbután reaguje s vodou

K reakčnej schéme a) a d) napíšte, o aký typ reakcie ide.

Úloha 6 (7 b.)

Rozklad hydrogenuhličitanu draselného kyselinou sírovou

Zo zásobného roztoku hydrogenuhličitanu draselného sme odmerali $50,0 \text{ cm}^3$ a preliali ho do kadičky. K roztoku v kadičke sme pridali niekoľko kvapiek indikátora metylčervene. Do roztoku v kadičke sme pridávali po malých dávkach roztok kyseliny sírovej ($c = 0,250 \text{ mol dm}^{-3}$). Po každom pridaní sme roztok premiešali. Pridávanie roztoku kyseliny sírovej sme skončili, keď roztok v kadičke zmenil farbu zo žltej na ružovočervenú. Zmena sfarbenia indikátora ukázala rozklad všetkého hydrogenuhličitanu draselného. Po skončení rozkladu sme roztok povarili, aby sa z neho vypudil plyn vznikajúci reakciou. Na reakciu sme spotrebovali $29,0 \text{ cm}^3$ roztoku kyseliny sírovej.

- a) Napíšte rovnicu rozkladnej reakcie hydrogenuhličitanu draselného kyselinou sírovou.
- b) Vypočítajte koncentráciu roztoku hydrogenuhličitanu draselného.
- c) Vypočítajte hmotnostný zlomok roztoku hydrogenuhličitanu draselného.

Údaje o niektorých zlúčeninách, ktoré sú potrebné pre výpočty:

Molárna hmotnosť hydrogenuhličitanu draselného je $100,119 \text{ g mol}^{-1}$, molárna hmotnosť kyseliny sírovej je $98,078 \text{ g mol}^{-1}$, hustota použitého roztoku hydrogenuhličitanu draselného je $1,1685 \text{ g cm}^{-3}$.

Úloha 7 (13 b.)

Identifikácia látok

Na pracovnom stole sú tri očíslované skúmavky, v ktorých sú biele kryštalické látky: hydrogenuhličitan sodný, chlorid sodný a chlorečnan draselný. Látky sa však v skúmavkách nemusia nachádzať v uvedenom poradí. Vašou úlohou je identifikovať tieto tri látky, t. j. zistiť, ktorá látka sa nachádza v ktorej skúmavke, a to na základe pozorovaní pri jednoduchých pokusoch. Pri všetkých troch látkach sme použili rovnaký pracovný postup.

Do skúmavky s bielou kryštalickou látkou sme prisypali malé množstvo oxidu manganičitého a obsah skúmavky sme mierne pretrepali, aby sa látky premiešali. Obsah skúmavky sme opatrne zahrievali nad kahanom. Počas zahrievania sme pozorovali obsah skúmavky a jej steny. Po chvíli zahrievania sme do skúmavky zasunuli tlejúcu špajdľu a pozorovali jej správanie. Po vychladnutí skúmavky sme do nej naliali trochu destilovanej vody, zazátkovali a jej obsah pretrepali. Sklenenou tyčinkou sme nabrali kvapku vzniknutého roztoku, naniesli ju na univerzálny indikátorový papierik na určovanie pH a pozorovali sme jeho sfarbenie.

Pozorovanie:

Skúmavka č. 1

- vzhľad skúmavky a jej obsahu sa nezmenil
- vzhľad špajdle sa nezmenil
- sfarbenie indikátorového papierika:



Skúmavka č. 2

- steny skúmavky sa orosili
- špajdľa zhasla
- sfarbenie indikátorového papierika:

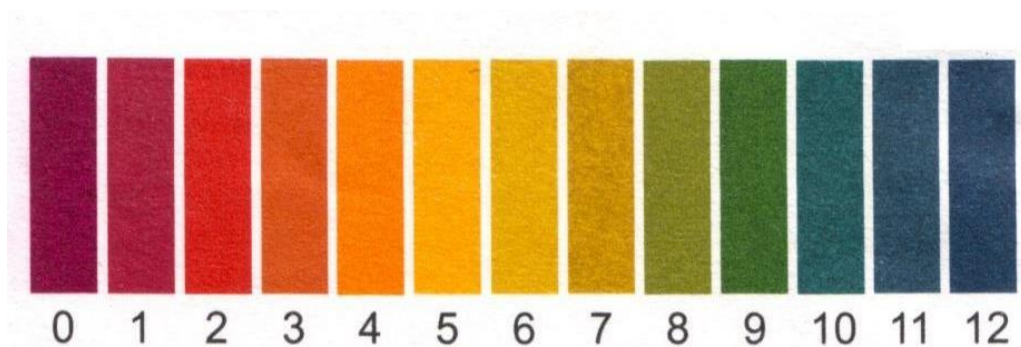


Skúmavka č. 3

- vzhľad skúmavky a jej obsahu sa nezmenil
- špajdľa sa intenzívne rozžiarila
- sfarbenie indikátorového papierika:



Acidobázické vlastnosti roztoku určte pomocou farebnej stupnice na určenie pH.



Uvedte odpovede na otázky a) až e) pre každú skúmavku.

Otázky:

- a) Uvoľnila sa počas zahrievania z reakčnej zmesi látka (prípadne látky) plynného skupenstva, ktorá ovplyvňuje horenie? (napr.: neuvoľňuje sa žiadna; uvoľňuje sa plynná látka (príp. látky), ktorá podporuje horenie; uvoľňuje sa plynná látka (príp. látky), ktorá nepodporuje horenie a pod.). Ak sa uvoľňuje, uveďte aká.
- b) Prebehla počas zahrievania obsahu skúmavky chemická reakcia? Ak áno, napíšte jej rovnicu v stechiometrickom tvare. Ku každej látke uveďte jej skupenstvo.
- c) Aké acidobázické vlastnosti má roztok, ktorý vznikne po pridaní vody do skúmavky? (napr.: neutrálny; kyslý – silno, slabo; zásaditý – silno, slabo)
- d) Prebehla po pridaní vody do skúmavky chemická reakcia? Ak áno, napíšte jej rovnicu v stechiometrickom tvare.
- e) Ktorá látka sa nachádzala v skúmavke?
- f) Akú funkciu mal pri zahrievaní oxid manganičitý?
- g) Pri ktorej reakcii sa uplatnili jeho účinky?

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu), doc. RNDr.

Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, PhD., Mgr. Slávka Saladiová

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., Prof. RNDr. Vladimír Zeleňák, DrSc.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020