

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória C

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ŠKOLSKÉHO KOLA

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

Školské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Mária Linkešová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 120 minút
--

Úloha 1 (spolu 15 bodov)

V našom žalúdku, vďaka prítomnosti kyseliny chlorovodíkovej, prevláda kyslé prostredie. Kyselina chlorovodíková sa významne podieľa na trávení potravy (najmä bielkovín) a tiež ničení choroboplodných zárodkov. Ak však vystúpi do oblasti pažeráka nastáva nepríjemný pocit, ktorý nazývame pálenie záhy. Na odstránenie tohto nepríjemného pálivého pocitu môžu byť látky zvané antacidá. Doslovný preklad pojmu je *anti = proti, acidum = kyselina*, čiže „*proti kyselinám*“. Medzi najpoužívanejšie antacidá patrí hydroxid horečnatý a uhličitan vápenatý. Niektoré antacidá sú kombináciou hydroxidu horečnatého a hydroxidu hlinitého.

1.1 (5 b.)

a) Napíšte chemické rovnice reakcií:

A: hydroxidu horečnatého s kyselinou chlorovodíkovou,

B: uhličitanu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou.

b) Na základe uvedených chemických rovníc doplňte nasledujúcu tabuľku. (Doplňte vzorce daných zlúčenín!)

Chemická rovnica	A	B
Kyselina		
Zásada		
Konjugovaná kyselina		
Konjugovaná zásada		

1.2 (3 b.)

a) Napíšte chemické rovnice všetkých stupňov disociácie kyseliny trihydrogenfosforečnej.

b) Napíšte disociačnú konštantu posledného stupňa disociácie kyseliny trihydrogenfosforečnej.

1.3 (1,5 b.)

Každému stupňu disociácie kyseliny trihydrogenfosforečnej zodpovedá určitá hodnota disociačnej konštanty (K_{a1} , K_{a2} , K_{a3}). Vyberte správne poradie zmien hodnôt daných disociačných konštant v priebehu disociácie.

a) $K_{a1} = K_{a2} = K_{a3}$

b) $K_{a1} < K_{a2} < K_{a3}$

c) $K_{a1} = K_{a2} > K_{a3}$

d) $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$

Výber odpovede zdôvodnite.

1.4 (1,5 b.)

Mladí výskumníci zaoberajúci sa životným prostredím sa rozhodli zistiť, akú hodnotu pH má dažďová voda v ich regióne. V deň intenzívnych zrážok sa rozhodli pozbierať dažďovú vodu a zmerať pH pomocou pH metra. Hodnota pH dažďovej vody mala hodnotu 4,9.

Vypočítajte koncentráciu oxóniových iónov H_3O^+ v dažďovej vode. (Uveďte postup riešenia!)

1.5 (2 b.)

Vo vzorke krvi bola zistená koncentrácia hydroxidových aniónov $[OH^-] = 2,2 \cdot 10^{-7}$ M. Zistite, akú hodnotu pH má daná vzorka. (Uveďte postup riešenia!)

1.6 (2 b.)

V daných možnostiach chemických reakcií **doplňte** chýbajúce údaje a **vyznačte**, ktorá chemická rovnica zodpovedá Arrheniovej teórii (**AT**) a ktorá Brønsted-Lowryho teórii kyselín a zásad (**BL**).

- a) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots\dots\dots + \text{H}^+$ _____
- b) $\text{NH}_3 + \dots\dots\dots \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{F}^-$ _____
- c) $\dots\dots\dots \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$ _____
- d) $\text{HClO} + \text{CH}_3\text{NH}_2 \rightarrow \dots\dots\dots + \text{ClO}^-$ _____

Úloha 2 (spolu 15 bodov)

2.1 Vyberte správne odpovede.

Molekulový vodík je menej reaktívny ako atómový vodík, pretože:

- a) pri vzniku molekuly H_2 z atómov vodíka sa uvoľňuje energia,
- b) jeho hmotnosť je väčšia,
- c) molekula H_2 je stabilnejšia,
- d) atómový vodík má nespárený elektrón.

2.2 Vďaka čomu môže hydridový anión H^- vytvárať komplexné anióny?

2.3 Vysvetlite, prečo je voda za bežných teplôt a tlaku kvapalina a sulfán plyn, hoci sulfán má takmer dvakrát väčšiu molárnu hmotnosť ako voda.

2.4 Vyberte správne odpovede.

Hydridový anión:

- a) vzniká z atómu vodíka prijatím valenčného elektrónu od atómu s nízkou hodnotou elektronegativity,
- b) označuje sa H^- ,
- c) vzniká reakciou protónu a atómu vodíka,
- d) vytvára s kationmi alkalických kovov iónové hydridy.

2.5 Z uvedených chemických reakcií vyberte tie, v ktorých pôsobí vodík ako:

- 1) oxidovadlo,
- 2) redukovadlo.
 - a) $\text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{S}$
 - b) $2\text{Cs} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{CsH}$
 - c) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
 - d) $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$

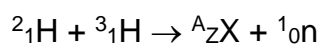
2.6 Hydridy: CaH_2 , H_2S , BeH_2 , LiH , NH_3 , CH_4 roztriedte na hydridy s:

- a) iónovou väzbou,
- b) kovalentnou väzbou.

2.7 Hydrid vápenatý roztavíme a elektrolyzujeme. Napíšte, aké produkty možno očakávať na:

- a) anóde,
- b) katóde.

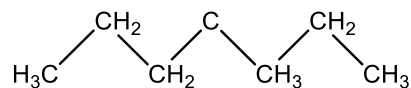
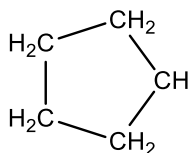
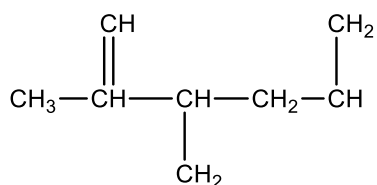
2.8 Významnou termonukleárnou reakciou je syntéza deutéria a trícia (palivo D-T), počas ktorej sa uvoľní 18,4 MeV energie. Doplnite jadro prvku X, ktoré touto syntézou vzniká.



Úloha 3 (spolu 15 bodov)

3.1 (2 b.)

Opravte chyby v uvedených vzorcoch.


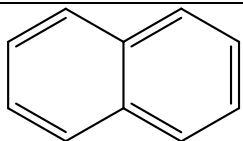



3.2 (3 b.)

Napíšte všetky konštitučné izoméry uhľovodíka so sumárnym vzorcom C_4H_8 .

3.3 (6 b.)

Pre jednotlivé zlúčeniny v tabuľke doplňte chýbajúci názov alebo vzorec a ku každej látke napíšte áno (A) alebo nie (N), podľa toho, do ktorej skupiny látok patrí (môže patriť do viacerých zároveň).

názov	vzorec	nasýtený	nenasýtený	acyklický	cyklický	aromatický
etán						
	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$					
						
benzén						
						
but-1,3-dién						
propín						
						

3.4 (4 b.)

Na spálenie určitého množstva pentánu za normálnych podmienok sme spotrebovali 2 l kyslíka. Vypočítajte, koľko pentánu sme spálili. ($M_r(\text{pentan}) = 72,151$)

Úloha 4 (15 bodov)

Po zbere úrody sa spolu s vypestovanými plodinami z polí a záhrad odvážajú mnohé látky, ktoré si rastliny zabudovali do svojich bunkových štruktúr. Pôda sa tak ochudobňuje a pre kvalitnú úrodu v ďalšej sezóne ich tam treba vrátiť v podobe hnojív. Tie živiny, ktoré rastliny prijímajú vo forme anorganických solí koreňmi ako vodný roztok, musia byť dobre rozpustné vo vode.

Veľmi dôležitou zložkou výživy rastlín je anión kyseliny trihydrogenfosforečnej PO_4^{3-} , ktorý je zabudovaný vo viacerých zlúčeninách nachádzajúcich sa v živých organizmoch. Tento anión sa dodáva do pôdy v hnojivách ako vápenatá soľ kyseliny trihydrogenfosforečnej, ktorá sa dá pripraviť napríklad neutralizačnou reakciou kyseliny s haseným vápnom (hydroxidom vápenatým). Vzhľadom na to, že H_3PO_4 je trojsýtna kyselina, tvorí tri typy solí. Iba jedna z nich je však dobre rozpustná vo vode, a to tá, ktorá vzniká neutralizáciou kyseliny trihydrogenfosforečnej do prvého stupňa.

Na prípravu fosforečnanového hnojiva máme k dispozícii 500 kg bezvodého haseného vápna a roztok kyseliny trihydrogenfosforečnej s $w = 0,150$.

- Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej pri neutralizácii kyseliny trihydrogenfosforečnej hydroxidom vápenatým za vzniku produktu dobre rozpustného vo vode.
- Vypočítajte objem kyseliny trihydrogenfosforečnej (v m^3) potrebnej na kvantitatívny priebeh tejto reakcie.
- Vypočítajte hmotnosť soli (v kg), ktorá touto reakciou vznikne.

Údaje o niektorých zlúčeninách, ktoré sú potrebné pre výpočty:

Molárna hmotnosť kyseliny trihydrogenfosforečnej je $97,995 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, molárna hmotnosť hydroxidu vápenateho je $74,095 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, molárna hmotnosť vo vode dobre rozpustnej vápenatej soli kyseliny trihydrogenfosforečnej je $244,055 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, hustota 15,0 % roztoku kyseliny trihydrogenfosforečnej je $1,0824 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

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

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, PhD.

Mgr. Lenka Kramarová

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 2022