CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

52. ročník, školský rok 2015/2016

Kategória C

Krajské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANORGANICKEJ, VŠEOBECNEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 52. ročník – šk. rok 2015/2016

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 120 minút

Riešenie úlohy 1 (max. 20 b)

4 b 1.1 a) $K_c = [H_2]^3 \cdot [N_2] / [NH_3]^2$

b) $K_s = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$

c) $K_c = [CH_3NH_3^+] \cdot [OH^-] / [CH_3NH_2] \cdot [H_2O]$

d) $K_c = [CO_2]$

4 b 1.2 $K_c = [C] / ([A] \cdot [B]^3) = 4 / (0{,}5 \cdot 2^3) = 4 / 4 = 1$

Na základe rovnice reakcie sa vypočíta, aké látkové množstvá látky A a B museli zreagovať, aby vznikol jeden mól látky C, a následne aby vznikli 4 móly látky C.

A ..... B C

1 ..... 3 1

4 ..... 12 4

Pri vzniku 4 mólov látky C zreagujú 4 móly látky A a 12 mólov látky B. Zo začiatočného látkového množstva látky A zreagovali 4 móly a zostalo 0,5 mólu látky A, zo začiatočného látkového množstva látky B zreagovalo 12 mólov a zostali 2 móly látky B.

Na začiatku reakcie bolo 4,5 mólu látky A a 14 mólov látky B.

Pri objeme reakčnej nádoby 1,0 dm^3 bola východisková koncentrácia látky A 4,5 $mol \cdot dm^{-3}$ a látky B 14 $mol \cdot dm^{-3}$.

4 b 1.3 Syntézu jodovodíka vyjadruje chemická rovnica:

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

Ak n mólov vodíka a jódu zreagovalo kým sa ustálila chemická rovnováha, potom rovnovážna koncentrácia jodovodíka zodpovedá dvojnásobku n.

$40 = (2n)^2 / [(0{,}010 - n) \cdot (0{,}010 - n)]$

$36n^2 - 0{,}80n + 0{,}004 = 0$

Riešenie kvadratickej rovnice: $n = 0{,}0076$

Zreagovalo 0,0076 mol vodíka a jódu v 1,0 dm^3 na jodovodík.

$x\ (H_2) = 0{,}0076 / 0{,}010$

$x\ (H_2) = 0{,}76$

V danej reakcii zreagovalo 76 % vodíka a jódu na jodovodík.

3 b 1.4 Amoniak je slabá jednosýtna zásada.

$pH = 14 - ½\ p\,K_b + ½ \log c$

$pK_b = -\log 1{,}78 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1{,}78 = 4{,}75$

$pH = 14 - 2{,}375 - 0{,}35$

$pH = 11{,}3$

pH vodného roztoku amoniaku je 11,3.

3 b 1.5 Podľa prírastku hmotnosti na železnom klinci, meďnatá soľ pôsobí na železo oxidačne, na železnom klinci sa vyredukuje meď.

$Cu^{2+} + Fe \rightleftharpoons Cu + Fe^{2+}$

Prírastok hmotnosti súvisí s rozdielom molárnych hmotností medi a železa. Ak sa vylúči 1 mól medi, rozpustí sa 1 mól železa. V tomto prípade je prírastok hmotnosti železného klinca daný rozdielom:

$M(Cu) - M(Fe) = 63{,}55 - 55{,}85 = 7{,}70\ g \cdot mol^{-1}$

Prírastok hmotnosti je len 2,00 g. Vylúčilo sa menej ako 1 mól medi.

$n(Cu) = 2{,}00 / 7{,}70 = 0{,}260$ mol

$m(Cu) = 0{,}260 \cdot 63{,}55 = 16{,}5$ g

Na železnom klinci sa vylúčilo 16,5 g medi.

2 b 1.6 Diamminstrieborný katión.

Lewisovou kyselinou je katión Ag^+, Lewisovou zásadou je ligand NH_3. Strieborný katión má prázdny orbitál a amoniak má voľný elektrónový pár, čím vznikne koordinačná kovalentná väzba.

Riešenie úlohy 2 (max. 20 b)

2.1 Za každé správne doplnené okienko tabuľky po 1 bode. (18 b)

		Zlúčenina **X**	Zlúčenina **Y**
Obrázok A	silná/slabá kyselina/zásada	silná kyselina	silná zásada
	vysvetlenie	počiatočné pH = 1	koncové pH = 13
	príklad	HCl, HNO_3, ... akákoľvek silná jednosýtna kyselina alebo kyselina sírová (ak zlúčenina Y je hydroxid bárnatý alebo vápenatý)	NaOH, KOH,.... alebo hydroxid bárnatý, vápenatý (ak zlúčenina X je silná dvojsýtna kyselina)
Obrázok B	silná/slabá kyselina/zásada	slabá kyselina	silná zásada
	vysvetlenie	počiatočné pH je vyššie, v tomto prípade rovné 3	koncové pH = 13
	príklad	kyselina octová, akákoľvek slabá jednosýtna kyselina	NaOH, KOH,....
Obrázok C	silná/slabá kyselina/zásada	slabá zásada	silná kyselina
	vysvetlenie	počiatočné pH = 11 (v zásaditej oblasti pH a je menšie ako 13)	koncové pH okolo 1
	príklad	NH_3, ...	HCl, HNO_3, ... akákoľvek silná jednosýtna kyselina,

2.2 $HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^-$

pH = 2,30

1b $[H_3O^+] = 10^{-2.30} = 5.01 \times 10^{-3}$ mol.dm^{-3}

1b $K_A = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]} = \frac{(5.01 \times 10^{-3})^2}{0,10} = 2,5 \times 10^{-4}$

Riešenie ulohy 3 (max. 20 b)

6 b 3.1 a) homologický

b) nasýtené

c) zvyšuje

d) metán

e) dlhšia a slabšia,…. (za správnu odpoveď pridelíme po 1 bode)

3.2

1 b Odlišnosti: - Molekula etánu obsahuje iba jednoduché väzby (nasýtený uhľovodík), molekula etínu obsahuje jednu trojitú väzbu. (nenasýtený uhľovodík).

- V molekule etánu sa nachádza 6 atómov vodíka, v molekule etínu 2 atómy vodíka.
- Molekula etánu obsahuje 7 jednoduchých väzieb, molekula etínu 4.
- Pri horení na vzduchu vznikajú odlišné produkty.
- Molekula etínu má lineárny tvar, molekula etánu je trojrozmerná.
- Etín má nižšiu molekulovú hmotnosť

1 b Spoločné vlastnosti: - V molekule obsahujú iba atómy uhlíka a atómy vodíka.

- Patria medzi uhľovodíky.
- Obsahujú 2 atómy uhlíka.
- Za normálnych podmienok sú to plynné látky.
- Sú horľavé/ výbušné, v čistom stave bez zápachu.

3.3

2 b $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$ (stavový zápis sa nevyžaduje)

3.4

V(etán) = 1,0 dm^3

1b n(etán) = $\frac{V(\text{etán})}{V_M} = \frac{1,0\ \text{dm}^3}{22,4\ \text{dm}^3.\text{mol}^{-1}}$ = 0,0446 mol

1b $n(CO_2) = \frac{4}{2} n(\text{etán}) = 0{,}0893$ mol

1 b $V(CO_2) = n(CO_2) \times V_M = 0{,}0893 \text{ mol} \times 22{,}4 \text{ dm}^3.\text{mol}^{-1} = 2{,}0 \text{ dm}^3$

1 b $n(H_2O) = 3 \times n(\text{etán}) = 0{,}134$ mol

1 b $V(H_2O) = n(H_2O) \times V_M = 0{,}134 \text{ mol} \times 22{,}4 \text{ dm}^3.\text{mol}^{-1} = 3{,}0 \text{ dm}^3$

3.5

2 b $2C_2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 4C(s) + 2H_2O(g)$ (stavový zápis sa nevyžaduje)

Za správnu rovnicu s produktom CO alebo CO_2 udelíme 1 b.

3.6

$V(\text{etín}) = 1{,}0 \text{ dm}^3$

1b $n(\text{etín}) = \frac{V(\textit{etín})}{V_M} = \frac{1{,}0 \text{ dm}^3}{22{,}4 \text{ dm}^3.\text{mol}^{-1}} = 0{,}0446$ mol

1b $n(O_2) = \frac{1}{2} n(\text{etín}) = 0{,}0223$ mol

1 b $V(O_2) = n(O_2) \times V_M = 0{,}0223 \text{ mol} \times 22{,}4 \text{ dm}^3.\text{mol}^{-1} = 0{,}50 \text{ dm}^3$

Ak súťažiaci správne vypočítal úlohu, ale vychádzal z rovnice s produktom CO alebo CO_2 (podľa ulohy 3.5), pridelíme plný počet bodov.

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúci autorského kolektívu), doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
Recenzenti: RNDr. Helena Vicenová, MSc. ETH Pavol Ondrisek
Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.
Slovenská komisia Chemickej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016