

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

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

Krajské kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov (b)
Doba riešenia: 150 minút

Úloha 1 (8 b)



Poznámka:

Riešenie, pri ktorom je uvedený vznik H_2CO_3 neuznať, nakoľko je v zadaní uvedené, že sa uvoľňuje plynný produkt.

1.2 $V(5,0 \% \text{HCl}) = 50 \text{ cm}^3$ $M(\text{HCl}) = 36,461 \text{ g mol}^{-1}$
 $w(\text{HCl}) = 0,050$ $\rho(5,0 \% \text{HCl}) = 1,0230 \text{ g cm}^{-3}$
 $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = ?$ $M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96,087 \text{ g mol}^{-1}$

1 b $m(5,0 \% \text{HCl}) = \rho(5,0 \% \text{HCl}) \cdot V(5,0 \% \text{HCl}) =$
 $= 1,0230 \text{ g cm}^{-3} \cdot 50 \text{ cm}^3 = 51,15 \text{ g}$

1 b $m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \cdot m(5,0 \% \text{HCl}) = 0,0500 \cdot 51,15 \text{ g} = 2,56 \text{ g}$

1 b $n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{2,56 \text{ g}}{36,461 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0701 \text{ mol}$

2 b $\frac{n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,0701 \text{ mol} = 0,0351 \text{ mol}$$

1 b $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) \cdot M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$
 $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,0351 \text{ mol} \cdot 96,087 \text{ g mol}^{-1} =$
 $= \mathbf{3,37 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3}$

Poznámka 1:

Namiesto bezvodého uhličitanu amónneho sa môže použiť aj monohdrát uhličitanu amónneho $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Na túto skutočnosť treba súťažiacich upozorniť. V tom prípade bude posledný krok výpočtu, a teda aj konečný výsledok – návažok – nasledovný:

$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = ? \quad M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 114,102 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,0351 \text{ mol}$$

$$1 \text{ b} \quad m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,0351 \text{ mol} \cdot 114,102 \text{ g mol}^{-1} =$$

$$= \mathbf{4,0 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}$$

Poznámka 2:

Súťažiaci si nechajú skontrolovať pedagogickému dozoru výsledok výpočtu úlohy 1.2. Ak je výsledok nesprávny, prípadne ak súťažiaci nevie úlohu vyriešiť, dozor mu poskytne správny údaj, samozrejme, bez bodového zisku (6 b).

Akceptovateľný je akýkoľvek iný postup riešenia, ktorý vedie k správne výsledku.

Úloha 2 (14 b)

Na realizáciu reakcie látok a následné odparovanie produktu je potrebné použiť vysokú kadičku s objemom 250 cm^3 , nakoľko počas reakcie roztok prská. Ďalším dôvodom je vyššia hladina kvapaliny, pri ktorej sa lepšie odhadne odparené množstvo rozpúšťadla. Pre lepší odhad sa môže pred odparovaním označiť výška hladiny permanentnou fixkou.

Po kryštalizácii a filtrácii by mal súťažiaci získať približne za 1 kávovú lyžičku vlhkého produktu.

Body prideliť za zrealizovanie celého pokusu a získanie dostatočného množstva produktu.

Možné strhnutie bodov:

nesprávne postavená filtračná aparátúra a práca s ňou: – 2 b

nedostatočne odtečený filtrát – veľmi mokrý produkt (od tuhej fázy sa na hodinovom sklíčku nesmie oddeľovať žiadna kvapalina): – 2 b

nedostatočné množstvo produktu: – 2 b

Poznámka:

Do horúceho nasýteného roztoku chloridu amónneho pridá dozor každému súťažiacemu kvapkadlom 1 – 2 kvapky koncentrovaného roztoku amoniaku.

Úloha 3 (6 b)

- 2 b **3.1** zistenie hodnoty pH roztoku chloridu amónneho pomocou univerzálneho indikátora ($\text{pH} < 7$); nameraná hodnota pH by mala byť približne 4,5; uznať všetky odpovede s nameranou hodnotou v kyslej oblasti.
- 1 b **3.2** roztok je kyslý
- 1 b **3.3** hydrolýza
- 1 b **3.4** $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
- 1 b **3.5** NH_4^+

Úloha 4 (2 b)

- $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = ?$ $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,492 \text{ g mol}^{-1}$
- $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,0351 \text{ mol}$
- 2 b $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) =$
 $= 0,0351 \text{ mol} \cdot 53,492 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{1,88 \text{ g NH}_4\text{Cl}}$

Úloha 5 (9 b)

- 2 b **5.1** $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H} + \text{ZnSO}_4$
- 1 b **5.2** atómový vodík/monovodík/vodík v stave zrodu
má nízku stabilitu/je veľmi reaktívny/má krátku dobu existencie
- 1 b **5.3** áno
- 1 b zlúčenie dvoch atómov vodíka za vzniku stabilnej dvojatómovej molekuly plynného vodíka: $2 \text{H} \rightarrow \text{H}_2$
- 3 b **5.4** $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 + 6 \text{H} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$

Úloha 6 (1 b)

Spotreba reaktantov pre jedného súťažiaceho:

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$: 3,37 g, prípadne $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 4,0 g

roztok HCl ($w = 0,050$): 50 cm^3

roztok NH_3 (koncentrovaný): 1 – 2 kvapky

Príprava 1000 g roztoku HCl ($w = 0,050$):

Do kadičky s objemom 1000 cm^3 naliať 857 cm^3 destilovanej vody, odmerným valcom odmerať a pridať $121,7 \text{ cm}^3$ koncentrovanej kyseliny chlorovodíkovej ($w(\text{HCl}) = 0,35$) a opatrne premiešať.

Vzhľadom na to, že kyselina chlorovodíková nie je základná látka, skutočné zloženie obchodného preparátu koncentrovanej HCl nemusí súhlasiť s údajom na štítku, a teda ani pripravený zriedený roztok HCl nemusí mať hmotnostný zlomok $w = 0,050$. Preto je potrebné skontrolovať acidobázickú reakciu vzniknutého roztoku chloridu amónneho. V prípade, že bude reakcia výsledného roztoku iná ako kyslá, je potrebné upraviť zloženie pripraveného zriedeného roztoku HCl prídavkom malého množstva koncentrovanej HCl.

Informácie o vetách P a H pre použité reaktanty

(podľa Nariadenia (ES) č. 1907/2006 (REACH), upravené 2015/830/EU)

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$: H302, H315, H318, P270, P280, P310, P305+P351+P338

HCl (35 %): H290, H314 ($w > 0,25$), H315 ($0,10 \leq w < 0,25$), H318 ($w > 0,25$), H335 ($w > 0,10$); P280 (žiaci budú pracovať s roztokom HCl s $c = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$)

NH_4Cl : H302, H319; P305 + P351 + P338

NH_3 (25 % vodný roztok): P273, P280, P301 + P330 + P331, P305 + P351 + P338, P308 + P310; H314, H335, H400 (s roztokom bude manipulovať dozor)