

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

57. ročník, školský rok 2020/2021

Kategória C

Domáce kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória C – 57. ročník – šk. rok 2020/2021

Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov

Úloha 1 (8 b)

Príprava amoniaku a dôkaz niektorých jeho vlastností

1.1 Amoniak je dobre rozpustný vo vode. Keď sa rozpustil vo vode, v skúmavke vznikol podtlak a roztok amoniaku vnikol na jeho miesto do skúmavky.

1.2

reaktanty	pozorovaná zmena	vysvetlenie (rovnica chemickej reakcie)
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaO}$	kvapky vody na stene, únik plynu	$2 \text{NH}_4\text{Cl} (\text{s}) + \text{CaO} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g}) + \text{CaCl}_2 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{fenolftaleín}$	ružové sfarbenie	NH_3 je zásaditý
$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4$	tyrkysové sfarbenie, postupne prechádza na tmavomodré	vznik $\text{Cu}(\text{OH})_2$ v zásaditom prostredí, postupne sa mení na komplex $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, kde je NH_3 ligandom
$\text{NH}_3 + \text{fenolftaleín} + \text{HCl}$	odfarbenie	neutralizácia $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ fenolftaleín je v neutrálnom a kyslom prostredí bezfarebný

Úloha 2 (5 b)

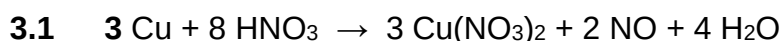
Amoniaková fontána

Amoniaková fontána je efektný dôkaz dobrej rozpustnosti amoniaku vo vode – zhodný s dejom z úlohy č. 1 prebiehajúcim v skúmavke s plyným amoniakom ponorenej do vody. Návod možno nájsť v rôznych návodoch na laboratórne pokusy, na internete, resp. v odporúčanej študijnej literatúre č. 2 na str. 46. Okrem fenolftaleínu sa môže pokus realizovať aj s inými acidobázickými indikátormi s farebným

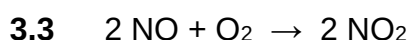
prechodom v neutrálnej až zásaditej oblasti, napr. brómtymolová modrá, červený lakmus, fenolová červeň.

Úloha 3 (8 b)

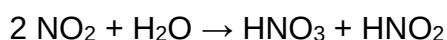
Príprava oxidu dusnatého a jeho oxidácia na oxid dusičitý



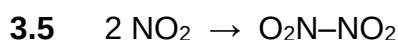
3.2 bezfarebný oxid: NO , oxid dusnatý
hnedočervený oxid: NO_2 , oxid dusičitý



Reakcia v skutočnosti prebieha v dvoch stupňoch:



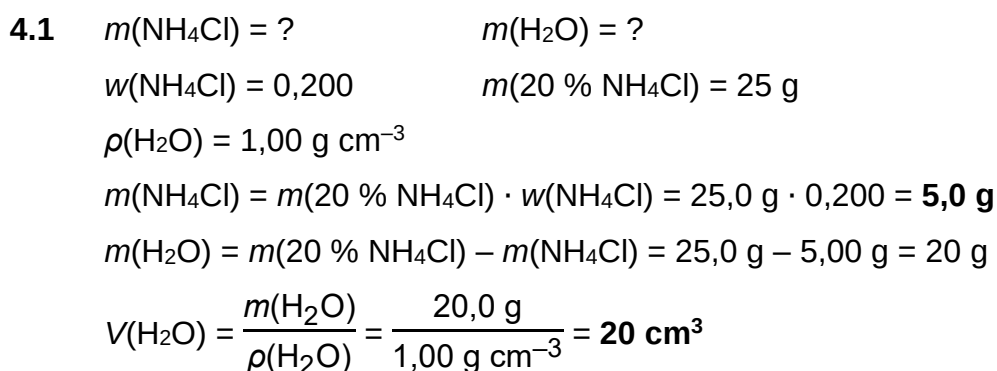
Obidva zápisy možno uznať za správne.



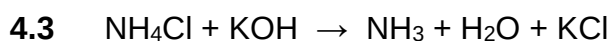
3.6 reakcia vzniku kyseliny dusičnej – reakcia **3.4**

Úloha 4 (10 b)

Príprava chloridu draselného z chloridu amónneho



4.2 Kryštalizáciou by sa malo získať po vysušení približne 2,4 g KCl.



4.4 $m(\text{KCl}) = ?$ $M(\text{KCl}) = 74,55 \text{ g mol}^{-1}$
 $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 5,0 \text{ g}$ $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,492 \text{ g mol}^{-1}$

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{5,0 \text{ g}}{53,492 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0935 \text{ mol}$$

 $n(\text{KCl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,0935 \text{ mol}$
 $m(\text{KCl}) = n(\text{KCl}) \cdot M(\text{KCl}) = 0,0935 \text{ mol} \cdot 74,55 \text{ g mol}^{-1} = 6,97 \text{ g} \doteq \mathbf{7,0 \text{ g}}$

4.5 $c(\text{KOH}) = ?$ $w(\text{KOH}) = 0,050$
 $V(5,0 \% \text{ KOH}) = 100 \text{ cm}^3 = 0,100 \text{ dm}^3$
 $M(\text{KOH}) = 56,109 \text{ g mol}^{-1}$ $\rho(5,0 \% \text{ KOH}) = 1,0438 \text{ g cm}^{-3}$
 $m(5,0 \% \text{ KOH}) = \rho(5,0 \% \text{ KOH}) \cdot V(5,0 \% \text{ KOH}) =$
 $= 1,0438 \text{ g cm}^{-3} \cdot 100 \text{ cm}^3 = 104 \text{ g}$
 $m(\text{KOH}) = w(\text{KOH}) \cdot m(5,0 \% \text{ KOH}) = 0,050 \cdot 104 \text{ g} = 5,20 \text{ g}$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{5,20 \text{ g}}{56,109 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0927 \text{ mol}$$

$$c(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{V(\text{KOH})} = \frac{0,0927 \text{ mol}}{0,100 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,93 \text{ mol dm}^{-3}}$$

Úloha 5 (3 b)

Výpočet obsahu dusíka v niektorých dusíkatých hnojivách

$w(\text{N}) = ?$ v $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
 $M(\text{N}) = 14,0067 \text{ g mol}^{-1}$ $M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,139 \text{ g mol}^{-1}$
 $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,043 \text{ g mol}^{-1}$ $M(\text{CO}(\text{NO}_2)_2) = 60,056 \text{ g mol}^{-1}$

$$w(\text{N}) = \frac{x \cdot M(\text{N})}{M(\text{zlučenie dusíka})}; \quad x - \text{počet atómov dusíka v zlúčenine}$$

v $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:
$$w(\text{N}) = \frac{x \cdot M(\text{N})}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{132,139 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,212}$$

v NH_4NO_3 :
$$w(\text{N}) = \frac{x \cdot M(\text{N})}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{80,043 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,350}$$

v $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$:
$$w(\text{N}) = \frac{x \cdot M(\text{N})}{M(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{60,056 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,466}$$

Najviac dusíka z uvedených priemyselných hnojív obsahuje močovina.

Úloha 6 (6 b)

Vlastnosti dusičnanu amónneho

6.1 N_2O , oxid dusný, rajský plyn

6.2 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$

6.3 $2 \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2 \text{N}_2 + \text{O}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$

6.4 $m(\text{N}_2) = ?$

$V(\text{N}_2) = ?$

$m(\text{O}_2) = ?$

$V(\text{O}_2) = ?$

$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1,0 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$ $V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

$M(\text{N}_2) = 28,0134 \text{ g mol}^{-1}$ $M(\text{O}_2) = 33,9988 \text{ g mol}^{-1}$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{1\,000 \text{ g}}{80,043 \text{ g mol}^{-1}} = 12,5 \text{ mol}$$

$n(\text{N}_2) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 12,5 \text{ mol}$

$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 12,5 \text{ mol} \cdot 28,0134 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{350 \text{ g}}$

$V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 12,5 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{280 \text{ dm}^3}$

$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 12,5 \text{ mol} = 6,25 \text{ mol}$

$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 6,25 \text{ mol} \cdot 33,9988 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{212 \text{ g}}$

$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 6,25 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{140 \text{ dm}^3}$

Spotreba reaktantov pre jedného súťažiaceho

NH_4Cl : 1 g (úloha 1) + 5 g (úloha 4)

CaO : 2 g

Cu : 3 g

roztok CuSO_4 (5 %): 0,1 cm^3

HCl (1 mol dm^{-3}): 0,1 cm^3

HNO_3 (1 : 1): 4 cm^3

NH_3 (koncentrovaný): 2 – 3 cm^3

KOH (5 %): 100 cm^3

Príprava roztokov

$100\text{ cm}^3\text{ HCl}$ ($c = 1\text{ mol dm}^{-3}$): 9 cm^3 koncentrovanej HCl doplniť na 100 cm^3 destilovanou vodou (výpočet bol urobený pre 35 % HCl)

$100\text{ cm}^3\text{ KOH}$ (5 %): 5,5 g KOH + $94,5\text{ cm}^3$ vody (výpočet bol urobený pre 90 % KOH; tuhý KOH nie je 100 %, treba skontrolovať na fľaši jeho zloženie a ak je to potrebné, výpočet upraviť)

$100\text{ cm}^3\text{ CuSO}_4$ (5 %): 5 g bezvodého CuSO_4 + 95 cm^3 vody alebo: 7,8 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + $92,3\text{ cm}^3$ vody

Informácie o vetách H a P pre použité reaktanty

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

NH_4Cl : H302, H319; P305 + P351 + P338

CaO : H315, H318, H335; P261, P280, P310, P305 + P351 + P338

CuSO_4 (vodný roztok): H411

HCl (35 %): H290, H314 ($w > 0,25$), H315 ($0,10 \leq w < 0,25$), H318 ($w > 0,25$), H335 ($w > 0,10$); P280 (Súťažiaci budú pracovať s roztokom HCl s $c = 1\text{ mol dm}^{-3}$)

HNO_3 : H272, H314; P220+ P280, P310, P305 + P351 + P338

NH_3 (vodný roztok): H290, H314, H335, H400; P273, P280, P301 + P330 + P331, P305 + P351 + P338, P308 + P310

KOH (vodný roztok): H290; H314 ($w > 0,05$), H315 ($0,005 \leq w < 0,02$), H318 ($w > 0,02$); P273

fenolftaleín: H341, H350, H361; P201, P280, P308 + P313