

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória C

Domáce kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória C – 62. ročník – šk. rok 2025/2026

Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov

Úloha 1 (7 b)

Príprava amoniaku a dôkaz niektorých jeho vlastností

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

1.2 Doplňte do tabuľky chýbajúce informácie:

reaktanty	pozorovaná zmena	vysvetlenie (rovnica chemickej reakcie)
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaO}$	kvapky vody na stene, únik plynu	$2 \text{NH}_4\text{Cl} (\text{g}) + \text{CaO} (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g}) + \text{CaCl}_2 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{fenolftaleín}$	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 (4 b)

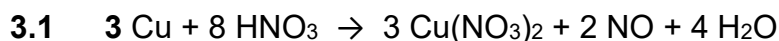
Amoniaková fontána

2.1 Postup je možné 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.

2.2 Amoniaková fontána je efektný dôkaz dobrej rozpustnosti amoniaku vo vode – zhodný s dejom z úlohy č. 1 prebiehajúcim v skúmavke s plynným amoniakom ponorenej do vody. Vysvetlenie je preto zhodné s riešením úlohy 1.1.

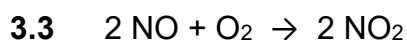
Úloha 3 (7 b)

Príprava oxidu dusnatého a jeho oxidácia na oxid dusičitý

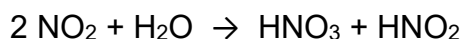


3.2 bezfarebný oxid: NO, oxid dusnatý

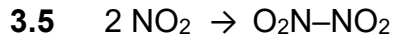
hnedočervený oxid: NO₂, oxid dusičitý



Reakcia v skutočnosti prebieha v dvoch stupňoch:



Obidva zápisy možno uznať za správne.



3.6 reakcia vzniku kyseliny dusičnej – reakcia 3.4

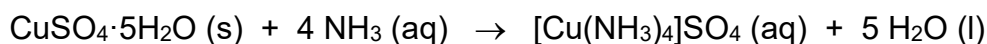
3.7 pri endotermických reakciách

Úloha 4 (15 b)

Príprava monohydrátu síranu tetraamminmed'natého



Uznať aj:



4.2 $m([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 3,0 \text{ g}$ $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ?$

$$M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 245,742 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} n([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) &= \frac{m([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4)}{M([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4)} = \\ &= \frac{3,0 \text{ g}}{245,742 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0122 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,0122 \text{ mol}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ = 0,0122 \text{ mol} \cdot 249,678 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{3,05 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$$

4.3 $V(5 \% \text{ NH}_3) = ?$

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4)} = \frac{4}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{NH}_3) = 4 \cdot n([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 4 \cdot 0,0122 \text{ mol} = 0,0488 \text{ mol}$$

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,0488 \text{ mol} \cdot 17,031 \text{ g mol}^{-1} = 0,832 \text{ g}$$

$$m(5 \% \text{ NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{w(\text{NH}_3)} = \frac{0,832 \text{ g}}{0,05} = 16,6 \text{ g}$$

$$V(5 \% \text{ NH}_3) = \frac{m(5 \% \text{ NH}_3)}{\rho(5 \% \text{ NH}_3)} = \frac{16,6 \text{ g}}{0,9770 \text{ g cm}^{-3}} = \mathbf{17 \text{ cm}^3 5 \% \text{ NH}_3}$$

Poznámka:

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

4.4 Body prideliť za zrealizovanie celého pokusu a získanie čistého produktu, ktorý má sýtu modrofialovú farbu (svetlé tyrkysové sfarbenie znamená pridanie nedostatočného množstva amoniaku) a nenachádzajú sa v ňom žiadne svetlé čiastočky nezreagovanej východiskovej látky (dôsledok nedostatočného roztierania $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Produkt by mal pri kryštalizácii vykryštalizovať všetok, malé straty môžu vzniknúť iba na stenách nádob a na filtračnom papieri, t. j. po vysušení je praktický výťažok iba nepatrne menší ako teoretický výťažok (3 g).

Vzhľadom na to, že amoniak je prchavá látka, môže byť jeho koncentrácia v zásobnej fľaši nižšia, ako je uvedené na štítku. Preto je potrebné jeho koncentráciu overiť. Po rozpustení rozotreného $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ v roztoku amoniaku musí vzniknúť roztok sýtej modrofialovej farby. Ak vznikne svetlomodrá zrazenina (ide o hydroxid meďnatý $\text{Cu}(\text{OH})_2$), treba buď zvýšiť použité množstvo amoniaku (na čo treba upozorniť súťažiacich) alebo upraviť koncentráciu zásobného roztoku.

CuSO_4

$$\mathbf{4.5} \quad \text{Výťažok reakcie} = \frac{\text{hmotnosť produktu v g}}{3 \text{ g}} \cdot 100 \%$$

Úloha 5 (3 b)

Výpočet obsahu dusíka v niektorých dusíkatých hnojivách

$$w(\text{N}) = ? \quad \text{v } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NH}_4\text{NO}_3, \text{CO}(\text{NH}_2)_2$$

$$M(\text{N}) = 14,0067 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,139 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,043 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CO}(\text{NO}_2)_2) = 60,056 \text{ g mol}^{-1}$$

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

$$\text{v } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4: w(\text{N}) = \frac{2 \cdot M(\text{N})}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{132,139 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,212}$$

$$\text{v } \text{NH}_4\text{NO}_3: w(\text{N}) = \frac{2 \cdot M(\text{N})}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{80,043 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,350}$$

$$\text{v } \text{CO}(\text{NO}_2)_2: w(\text{N}) = \frac{2 \cdot M(\text{N})}{M(\text{CO}(\text{NO}_2)_2)} = \frac{14,0067 \text{ g mol}^{-1}}{60,056 \text{ g mol}^{-1}} = \mathbf{0,466}$$

Najviac dusíka z uvedených priemyselných hnojív obsahuje **močovina**.

Úloha 6 (4 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 $m(\text{N}_2) = ?$

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

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

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

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

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

$$M(\text{O}_2) = 31,9988 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{1000 \text{ g}}{80,043 \text{ g mol}^{-1}} = 12,49 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 12,49 \text{ mol}$$

$$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 12,49 \text{ mol} \cdot 28,0134 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{350 \text{ g N}_2}$$

$$V(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot V_m = 12,49 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{280 \text{ dm}^3 \text{ N}_2}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 12,49 \text{ mol} = 6,247 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 6,247 \text{ mol} \cdot 31,9988 \text{ g mol}^{-1} = \mathbf{200 \text{ g O}_2}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 6,247 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \mathbf{140 \text{ dm}^3 \text{ O}_2}$$

Spotreba reaktantov pre jedného súťažiaceho:

NH_4Cl : 1 g

CaO : 2 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

NH_3 , 5 %: 17 cm^3

Cu : 3 g

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 3,05 g

etanol, 96 %: 25 cm^3

roztok fenolftaleínu v etanole: 1 cm^3

(prípadne iné acidobázické indikátory, napr. brómtymolová modrá, červený lakmus, fenolová červeň)

fenolftaleínový indikátorový papierik, univerzálny indikátorový papierik

(fenolftaleínový indikátorový papierik sa môže pripraviť namočením pásika itračného papiera do roztoku fenolftaleínu)

Príprava roztokov:

100 cm^3 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 cm^3 roztoku NH_3 ($w = 0,05$): 20 cm^3 koncentrovaného amoniaku NH_3 do 80 cm^3 destilovanej vody (výpočet je pre koncentrovaný roztok amoniaku obsahujúci 25 % NH_3)

100 cm^3 roztoku CuSO_4 ($w = 0,05$): 8,2 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ do 97 cm^3 destilovanej vody

Informácie o vetách P a H pre použité reaktanty

(Úradný vestník EÚ L353, zv. 51, 31. december 2008, ISSN 1725-5147)

NH_4Cl : H302, H319; P305 + P351 + P338

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

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: P273, P280, P305 + P351 + P338, P301 + P312, P330; H302, H318, H400, H410

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 (žiaci 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

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

etanol: P210, P233, P305 + P351 + P338; H225, H319

Cu (s): nie sú evidované žiadne vety P a H