

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória B

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

SÚŤAŽNÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Školské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Riešenie úlohy 1 (13,5 b)

a) Atómy dusíka vytvárajú v molekule N_2 trojitú väzbu:

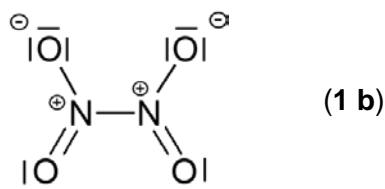


Obsah dusíka v suchom vzduchu je 78% (0,5 b).

Vysoká stabilita tejto molekuly a z nej vyplývajúca nízka reaktivita sa dajú využiť na prípravu inertnej atmosféry pre rôzne chemické syntézy. Takisto slúži ako atmosféra pri dlhodobom skladovaní surovín, kde je potrebné zabrániť prístupu kyslíka, napr. motorové palivá, skladovanie potravín... (1 b).

Na získanie 1 bodu postačí uviesť iba jedno z týchto využití plynného dusíka.

b) Dimér oxidu dusičitého vzniká spojením dvoch monomérnych jednotiek NO_2 :



Ak je usporiadanie atómov vo vzorci správne, ale chýbajú voľné elektrónové páry, respektíve atóm dusíka je päťväzbový, udeľujeme za vzorec iba 0,5 b.

Oxid dusičitý vytvára dimér kvôli prítomnosti nespáreného elektrónu na atómoch dusíka, ktoré medzi sebou vytvoria väzbu (0,5 b).

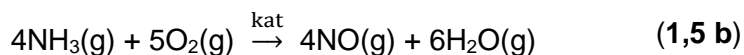
Skutočnosť, že rozklad diméru na monomér je endotermický proces naznačuje, že dodaním tepla sa rovnováha posunie na stranu monoméru (rozpad diméru). Ak chceme mať túto rovnováhu posunutú na stranu diméru, je potrebné sústavu ochladzovať, odoberať teplo, prípadne znížiť tlak v reakčnej sústave (0,5 b).

Z predchádzajúcej úvahy vieme, že pri zvýšenej teplote prevláda monomér. Preto výrazne tmavočervenú farbu má monomér NO_2 (0,5 b).

c)

Kyanidový anión	$\text{I}^{\ominus}\text{C}\equiv\text{NI}$ (0,5 b)	Vysoko toxické (0,5 b)
Azidový anión	$\langle \text{N}=\text{N}^{\oplus}=\text{N} \rangle$ (0,5 b)	Vysoko explozívne (0,5 b)
Tiokyanatanový (rodanidový) anión	$\text{I}^{\ominus}\text{S}-\text{C}\equiv\text{NI}$ (0,5 b)	

d) Katalytická oxidácia amoniaku za vzniku oxidu dusnatého vystihuje reakcia:



Za zápis chemickej reakcie udeľujeme 0,5 b, za určenie stechiometrických koeficientov udeľujeme 0,5 b a za správne určené skupenské stavy určujeme 0,5 b.

Amoniak patrí medzi slabé zásady, preto prvotne vypočítame hodnotu pOH a následne aj hodnotu pH.

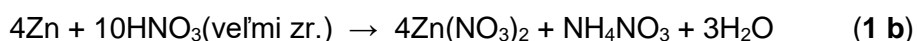
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_B \cdot c(\text{NH}_3)} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,150} = 1,643 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pOH} = 2,78$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,78 = 11,22 \quad (1 \text{ b})$$

Za správny výsledok dosiahnutý iným postupom udeľujeme takisto plný počet bodov.

e) Mangán patrí medzi neušľachtilé kovy a katióny vodíka H^+ na neho oxidačne pôsobia, čo sa prejaví vznikom vodíka. Naopak meď patrí medzi ušľachtilé kovy, na ktoré katióny vodíka oxidačne nepôsobia (1 b).

Pôsobením veľmi zriedenej kyseliny dusičnej môže dochádzať k redukcii dusíka až na amónny kation:



Ak nie sú správne určené stechiometrické koeficienty reakcie, udeľujeme za rovnicu iba 0,5 b.

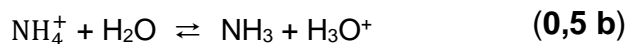
Oxidačné čísla atómu dusíka v dusičnane amónnom sú -III a V (0,5 b).

Polovicu bodu udeľujeme iba v prípade, ak sú správne uvedené obe oxidačné čísla.

f) Amoniak patrí medzi slabé zásady, čo znamená, že vo vodnom roztoku existuje aj v neionizovanej forme. Z tohto dôvodu dochádza k hydrolyze amónneho kationu, vzniku neionizovaného amoniaku a uvoľneniu H_3O^+ kationu.

Očakávané pH vodných roztokov amónnych solí (s aniónmi silných kyselín) je kyslé (1 b).

Ak je uvedený iba očakávané pH bez vysvetlenia, udeľujeme iba 0,5 b.



Riešenie úlohy 2 (9 b)

a) Uhličitan vápenatý reaguje s kyselinou dusičnou za vzniku dusičnanu vápenatého:



$$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{vápenec}) \cdot w(\text{CaCO}_3) = 21,48 \text{ t} \cdot 0,972 = 20,88 \text{ t CaCO}_3$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{20,88 \cdot 10^6 \text{ g}}{100,086 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 208,606 \text{ kmol}$$

$$n_{\text{exp}}(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{CaCO}_3) = 2 \cdot 208,606 \text{ kmol} = 417,212 \text{ kmol} \quad (1 \text{ b})$$

Aby sme mohli prepočítať objem použitej kyseliny dusičnej na látkové množstvo, potrebujeme poznať jej koncentráciu:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{w \cdot \rho}{M} = \frac{0,56 \cdot 1345 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}{63,0119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11,953 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (1 \text{ b})$$

$$n_{\text{teor}}(\text{HNO}_3) = c \cdot V_{\text{teor}} = 11,953 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 36 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = 430,308 \text{ kmol} \quad (1 \text{ b})$$

$$n_{\text{nezreag}}(\text{HNO}_3) = n_{\text{teor}} - n_{\text{exp}} = 430,308 \text{ kmol} - 417,212 \text{ kmol} = 13,1 \text{ kmol} \quad (1 \text{ b})$$

Prebytočnú nezreagovanú kyselinu dusičnú zneutralizujeme pomocou amoniaku za vzniku dusičnanu amónneho:



$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HNO}_3) = 13,1 \text{ kmol} \quad (0,5 \text{ b})$$

Za správny výsledok dosiahnutý iným postupom udeľujeme takisto plný počet bodov.

b) Práškový horčík zreagoval so zložkami vzduchu:



Reakcia horčíka s kyslíkom:

$$m(\text{Mg}) = 2,50 \cdot 0,90 = 2,25 \text{ g}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{2,25 \text{ g}}{24,305 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,09257 \text{ mol}$$

$$n(\text{MgO}) = n(\text{Mg}) = 0,09257 \text{ mol}$$

$$m(\text{MgO}) = n(\text{MgO}) \cdot M(\text{MgO}) = 0,09257 \text{ mol} \cdot 40,304 \text{ g mol}^{-1} = 3,731 \text{ g} \quad (1,5 \text{ b})$$

Reakcia horčíka s dusíkom:

$$m(\text{Mg}) = 2,50 \cdot (1 - 0,90) = 0,250 \text{ g}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{0,25 \text{ g}}{24,305 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,010286 \text{ mol}$$


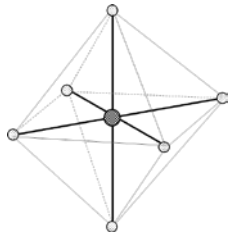
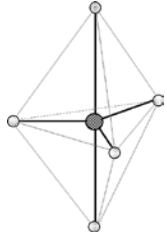
$$n(\text{Mg}_3\text{N}_2) = \frac{n(\text{Mg})}{3} = 0,0034286 \text{ mol}$$

$$m(\text{Mg}_3\text{N}_2) = n \cdot M = 0,0034286 \text{ mol} \cdot 100,929 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,346 \text{ g} \quad (1,5 \text{ b})$$

Za správny výsledok dosiahnutý iným postupom udeľujeme takisto plný počet bodov.

Riešenie úlohy 3 (7,5 b)

a)

Polyéder	Tvar polyédra	Koordináčné číslo
Tetraéder	 (1 b)	4 (0,5 b)
Oktaéder	 (1 b)	6 (0,5 b)
Trigonálna bipyramída	 (1 b)	5 (0,5 b)

b)

Vzorec	Názov	Koord. číslo
$K_3[Fe(CN)_6]$	Hexakyanidoželezitan tridraselný (1 b)	6 (0,5 b)
$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$ (1 b)	Monohydrát síranu tetraamminmeďnatého	4 (0,5 b)

Uznávame aj názov s použitím označenia záporného liganda „kyano–“.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Školské kolo

Mgr. Peter Šramel, PhD.,¹ Ing. Juraj Malinčík, PhD.²

¹Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

²Van't Hoff Institute for Molecular Sciences, University of Amsterdam

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

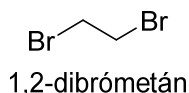
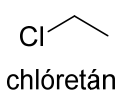
Úloha 1 (6 b)

a) **0,5 b** za správne uvedenú štruktúru; **0,5 b** za správne uvedený názov; dokopy je možné získať **1 b**



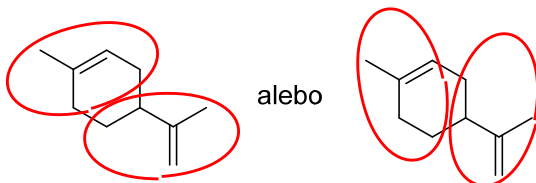
b) **0,5 b** za správne uvedenie, že vznikne 12 mólov uhľovodíka C_xH_{2x+2} ; **0,5 b** za správne uvedenie, že potrebujeme 12 mólov plynného vodíka; dokopy je možné získať **1 b**

c) **1 b** za každú správne uvedenú štruktúru; **1 b** za každý správne uvedený názov; dokopy je možné získať **4 b**



Úloha 2 (9 b)

a) **1 b** za správne zakrúžkovanie

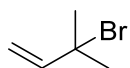


b) **1 b** za každý správne uvedený názov; dokopy je možné získať **2 b**

limonén = 1-metyl-4-(1-metyletén-1-yl)cyclohexén, resp. 1-metyl-4-(metyletenyl)cyklohexén
alebo 1-metyl-4-(prop-1-én-2-yl)cyklohexén alebo 1-metyl-4-izopropenylcyklohexén

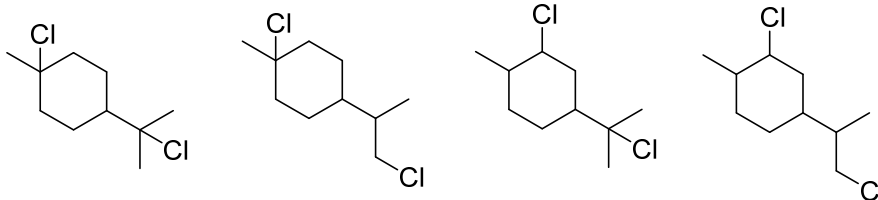
izoprén = 2-metylbuta-1,4-dién

c) **1 b** za správne uvedenú štruktúru; **1 b** za správne uvedený názov; dokopy je možné získať **2 b**



3-bróm-3-metylbutén

d) **1 b** za každú správne uvedenú štruktúru; dokopy je možné získať **4 b**

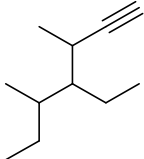
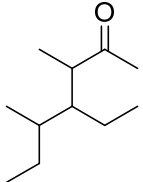


Úloha 3 (15 b)

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

a) b) **1 b** za každú správne doplnenú štruktúru; **1 b** za každý správne doplnený názov; **1 b** za správne doplnené reakčné podmienky

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu/produktov
4-(but-2-én-2-yl)-1,3-dimetylcyklooktén		HBr (nadbytok), tma	 1-bróm-4-(2-brómbután-2-yl)-1,3-dimetylcyklooktán
metylcyklohexén		HBr, benzoylperoxid	 1-bróm-2-metylcyklohexán
propín		H ₂ , PdCl ₂ , CaCO ₃ , Pb(CH ₃ COO) ₂	 propén
metylcyklopentán		1. BH ₃ 2. H ₂ O ₂ , NaOH	 2-metylcyklopentanol

<p>4-etyl-3,5-dimetylhept-1-ín</p>		<p>HgSO₄, H₂SO₄, H₂O</p>	 <p>4-etyl-3,5-dimetylheptán-2-ón</p>
------------------------------------	---	--	--

Autori: RNDr. Martin Vavra, PhD., Mgr. Peter Šramel PhD., Ing. Juraj Malinčík, PhD.

Recenzenti: Ing. Simona Herdová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD.

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024.