

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória B

Školské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Školské kolo

Mgr. Henrich Kabzan

Katedra organickej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave

Maximálne 30 bodov

Čas riešenia: 60 minút

Úloha 1 (14 b)

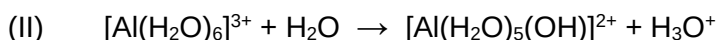
Hliník v oxidačnom stave III ľahko vytvára zlúčeniny so všeobecným vzorcom $M^I/M^{III}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

a) Akým triviálnym názvom voláme tieto zlúčeniny?

Najznámejšou látkou tohto typu je $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, ktorej roztok sa využíva pri preparovaní v zoológii. Táto soľ našla uplatnenie aj v kozmetike v deodorantoch, či vode po holení pre jej schopnosť zmršťovať potné póry a krvné kapiláry. Používa sa tiež na čistenie vody, či ako regulátor kyslosti a prísada v kypriacich práškoch v potravinárstve.

b) Napíšte systematický názov uvedenej zlúčeniny.

c) Roztok tejto látky zafarbuje lakmusový papierik do červena, pričom $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ podlieha disociácii (I) a hydrolýze (II). Je roztok tejto soli kyslý, zásaditý alebo neutrálny?

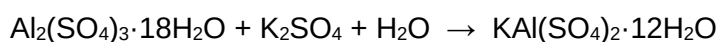


d) Sú niektoré z produktov hydrolýzy klasické komplexy? Napíšte ich štruktúrne vzorce a názvy.

Zlúčeninu $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ je možné pripraviť zmiešaním vodných roztokov síranu hlinitého a síranu draselného pri zvýšenej teplote a následnou kryštalizáciou.

e) Roztok síranu hlinitého je možné pripraviť aj vychádzajúc z hydrátu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Vypočítajte hmotnosť hydrátu (v gramoch) a objem vody (v mililitroch) potrebných na prípravu 140,0 g vodného roztoku s hodnotou $w(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 24,0 \%$. $M(\text{S}) = 32,065 \text{ g/mol}$; $M(\text{Al}) = 26,982 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 15,999 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1,0079 \text{ g/mol}$; $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$ (v postupe uveďte aj medzivýsledky, konečný výsledok zaokrúhlite na jedno desatinné miesto).

f) Do uvedenej reakčnej schémy doplňte stechiometrické koeficienty. Vypočítajte hmotnosť síranu draselného potrebnú na vznik 10,0 g produktu. $M(\text{K}) = 39,098 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32,065 \text{ g/mol}$; $M(\text{Al}) = 26,982 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 15,999 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1,0079 \text{ g/mol}$ (v postupe uveďte aj medzivýsledky, konečný výsledok zaokrúhlite na 2 desatinné miesta).



Úloha 2 (7 b)

Oxid hlinitý sa v prírode vyskytuje v modifikácii $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Ide o minerál vyznačujúci sa mimoriadnou tvrdosťou, chemickou a termickou odolnosťou či izolačnými vlastnosťami vďaka čomu má široké uplatnenie v rôznych odvetviach priemyslu. Obyčajne vytvára bezfarebné kryštály, ale ak je časť hlinitých kationov v kryštálovej štruktúre $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ nahradených kationmi

Cr^{3+} , nadobúda červenú farbu. Prítomnosť iónov titánu a železa poskytuje tomuto minerálu modré sfarbenie. Tieto odrody sú veľmi cenné a používajú sa v šperkárstve.

- Uveďte mineralogický názov $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ a názvy jeho červenej a modrej drahokamovej odrody.
- Niektoré zlúčeniny hliníka našli uplatnenie aj v medicíne. Aká soľ hliníka je účinnou látkou v mastiach na liečbu opuchov a zápalov? Napíšte funkčný (racionálny) vzorec a chemický názov tejto soli.

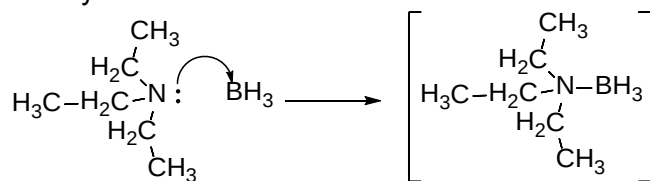
Ďalšou soľou hliníka využívanou v medicíne je fosforečnan hlinitý slúžiaci ako látka zvyšujúca schopnosť antigénu navodiť imunitnú odpoveď na očkovanie. Ide o látku málo rozpustnú vo vode, ktorú je možné pripraviť reakciou hydroxidu hlinitého s rovnakým látkovým množstvom príslušnej kyseliny.

- Napíšte rovnicu tejto reakcie.
- Vypočítajte hmotnosť fosforečnanu hlinitého v $350,0 \text{ cm}^3$ nasýteného vodného roztoku, ak má jeho súčin rozpustnosti hodnotu $5,75 \cdot 10^{-19}$. $M(\text{P}) = 30,974 \text{ g/mol}$; $M(\text{Al}) = 26,982 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 15,999 \text{ g/mol}$ (v postupe uveďte aj medzivýsledky, konečný výsledok zaokrúhlite na 2 desatinné miesta).

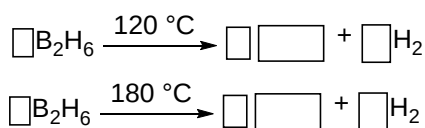
Úloha 3 (9 b)

Borány predstavujú veľkú skupinu binárnych zlúčenín bóru a vodíka. BH_3 je veľmi nestabilný a jeho existencia bola potvrdená len v plynnej fáze kvôli jeho veľkej tendencii tvoriť diméry. Najjednoduchším pomerne stabilným boránom je diborán B_2H_6 . Diborán je veľmi reaktívny. Na vzduchu môže dochádzať k jeho vznieteniu až explózií. Vo vode sa rozkladá na kyselinu trihydrogénboritú a vodík. V syntéze sa jeho reaktivita používa napríklad na prípravu alkoholov z alkénov.

- Doplňte do textu slovné odpovede. Aj keď samotný BH_3 nie je stabilný, vo forme komplexu s trietylamiénom $[\text{BH}_3\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3]$ je stabilný a komerčne dostupný. Na rozdiel od diboránu je tento komplex kvapalný, čo výrazne uľahčuje manipuláciu s ním. Vzniká tak, že $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ poskytne voľný elektrónový pár z atómu dusíka do prázdneho orbitálu atómu bóru. Z toho vyplýva, že BH_3 vystupuje ako Lewisova, zatiaľ čo trietylamién ako Lewisova



- Diborán sa priemyselne vyrába reakciou fluoridu boritého s hydridom sodným. Napíšte rovnicu tejto reakcie.
- Vyššie borány sa pripravujú z diboránu zahrievaním na rôzne teploty a následným prudkým ochladením reakčnej zmesi (zamrazenie rovnováhy). Pri teplote 120°C vzniká borán obsahujúci 83,0 % bóru, zatiaľ čo zahrievaním diboránu na teplotu 180°C sa ako produkt získa borán obsahujúci 85,6 % bóru. Na základe uvedených informácií doplňte do vynechaných miest vzorce zlúčenín a stechiometrické koeficienty. $M(\text{B}) = 10,811 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1,0079 \text{ g/mol}$.



ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Školské kolo

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

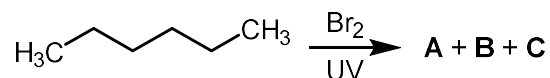
Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (20 bodov)

Teplota varu a topenia lineárnych alkánov stúpa s rastúcou dĺžkou uhlíkového reťazca. Metán až bután sú pri normálnom tlaku a laboratórnej teplote plyny, zatiaľ čo pentán až hexadekán sú kvapaliny s teplotami varu od 36 do 287 °C. Uhlíkovodíky s dlhším reťazcom sú pri rovnakých podmienkach pevné látky. Kvapalné uhlíkovodíky ako je pentán a heptán sa bežne používajú v chemických laboratóriách ako rozpúšťadlá. Hexán sa používa len zriedka z dôvodu vysokej neurotoxicity. Jeho výhoda v roli rozpúšťadla je jeho nízka reaktivita. Jednou z mála reakcií hexánu je radikálová bromácia, pri ktorej za prítomnosti elementárneho brómu a UV žiarenia môžu vzniknúť 3 monobromované produkty **A-C**.



- nakreslite všetky radikálové intermediáty, ktoré pri tejto reakcii môžu vzniknúť z hexánu a zoradte ich podľa klesajúcej stability,
- nakreslite štruktúrne vzorce a uveďte názvy produktov **A-C**,
- vypočítajte zastúpenie produktov **A-C** v % ak viete, že relatívne reaktivity C–H väzieb podľa typu uhlíkov sú: 1 (primárny) a 80 (sekundárny).

Hexán je podobne ako ďalšie alkány s krátkym reťazcom súčasťou produktov frakčnej destilácie ropy, ktoré sa využívajú ako palivá.

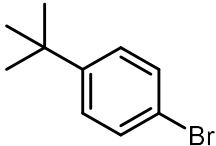
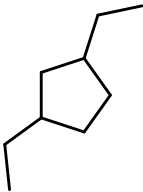
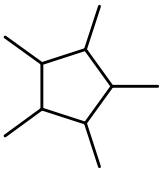
d) napíšte chemickú rovnicu dokonalého horenia (úplnej oxidácie) hexánu včítane stechiometrických koeficientov,

e) vypočítajte objem plynného CO₂, ktorý vznikne úplným spálením 5,00 litrov hexánu ak viete nasledujúce údaje:

$$\rho(\text{hexán}) = 0,66 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}, M(\text{hexán}) = 86,18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, p^0 = 10^5 \text{ Pa}, R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}, T = 298,15 \text{ K},$$

Plyn považujte za ideálny, a teda sa riadi podľa stavovej rovnice ideálneho plynu $p\cdot V = n\cdot R\cdot T$

Úloha 2 (10 bodov)**Doplňte nasledujúcu tabuľku:****a)** uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových látok,**b)** napíšte štruktúry a názvy dominantných monohalogénovaných produktov vznikajúcich za daných reakčných podmienok.

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu
1,1,3-trimetylhexán		Br ₂ /UV	
		Br ₂ /UV	
		Br ₂ /UV	
4-etyl-1,1-dimetylcykloheptán		Br ₂ /UV	
		Br ₂ /UV	

Autori: Mgr. Henrich Kabzan, Mgr. Peter Šramel PhD., Ing. Juraj Malinčík, PhD.,
Ing. Pavel Májek, PhD., vedúci autorského kolektívu

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

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025.