

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória EF

Celoštátne kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 55. ročník – školský rok 2018/2019

Celoštátne kolo

Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov
Doba riešenia : 40 minút

Úloha 1 (7,5 b) **JUNIOR**

Vypočítajte množstvo vodnej pary v kilogramoch vo valci priemeru 2,4m a dĺžky 6m. Vodná para má teplotu 120°C a tlak 50 662,5 Pa..

Úloha 2 (7,5 b) **JUNIOR, SENIOR**

Kyselina fluorovodíková je slabá kyselina s $pK_a = 3,17$.

- a) Napíšte v stavovom tvare rovnicu disociácie kyseliny vo vode.
- b) Vypočítajte pH roztoku s hmotnostnou koncentráciou 2,3 g . dm⁻³.

Úloha 3 (7,5 b) **SENIOR**

Nanášanie chrómu elektrolytickým spôsobom ako ochrannej vrstvy sa nazýva galvanické chrómovanie. Je to účinná ochrana ocele voči korózií, často však využívaná aj na dekoratívne účely pri pochrómovaní plastov čím získajú kovový vzhľad.

- a) Napíšte elektrochemickú rovnicu v stavovom tvare vylučovania chrómu z roztoku, ktorý obsahuje chrómové soli, pri prechode elektrického prúdu.
- b) Vypočítajte množstvo chrómu potrebného na pochrómovanie plochy 240cm², ak vytvorená vrstva kovu má byť hrubá 15μm.
- c) Vypočítajte čas potrebný na vylúčenie vypočítaného množstva chrómu pri prechode prúdu 10A.
- d) Chrómovanie prebieha z dôvodu konkurenčných reakcií na elektródach s účinnosťou 60%, vypočítajte čas potrebný na pochrómovanie pri tejto účinnosti.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku mólová hmotnosť prvku [g mol⁻¹]

F 18,998

H 1,0079

Cr 51,996

O 15,9994

Hustota Cr= 7,15 kg.dm⁻³

F (Faradayova konštanta) = 9,6485.10⁴ C . mol⁻¹

PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 55. ročník – školský rok 2018/2019

Celoštátne kolo

Miloslav Melník

Maximálne 15 bodov
Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (6 b – JUNIOR; 3,75 b – SENIOR)

1.1 Do tabuľky doplňte vzorce uvedených dusíkatých zásad a skratky alebo názvy tých koenzýmov, ktoré obsahujú derivát danej dusíkatej zásady (koenzýmy sa môžu opakovať; každá zásada je súčasťou viacerých koenzýmov!):

<i>názov zásady</i>	<i>vzorec zásady</i>	<i>skratky alebo názvy koenzýmov</i>
pyridín		
pyrimidín		
purín		
pteridín		

Kofeín sa do organizmu dostáva prevažne pitím nápojov a vo forme liekov proti únave. V pečeni sa kofeín odbúrava cez dimetylxantíny až na kyselinu močovú, ktorá sa vylučuje z organizmu.

1.2 Nakreslite vzorec kofeínu.

1.3 Nakreslite vzorce troch produktov vznikajúcich demetyláciou kofeínu. Jednotlivé produkty pomenujte triviálnymi a systémovými názvami.

1.4 Ktorý z produktov demetylácie kofeínu je nebezpečný pre domáce zvieratá, predovšetkým pre psov (psy ho metabolizujú pomalšie ako ľudia)? Ktorá potrava je preto pre psov nebezpečná, keďže uvedený alkaloid obsahuje?

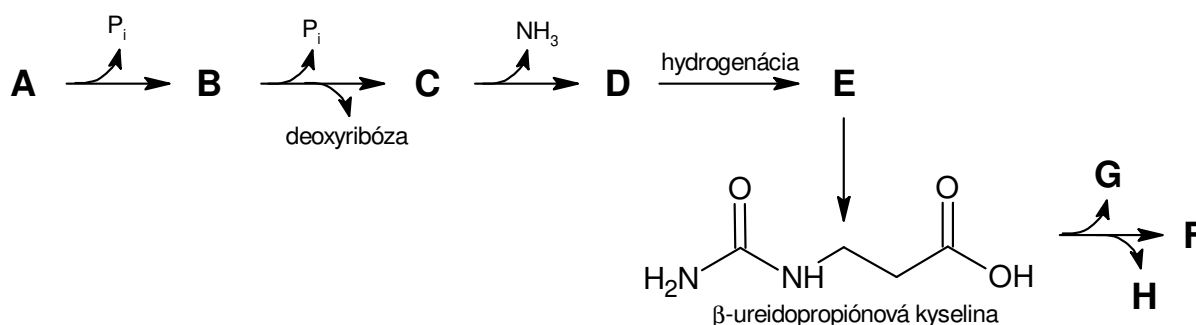
Úloha 2 (9 b – JUNIOR; 5,625 b – SENIOR)

V terapii nádorov a infekčných chorôb sa využíva 5-fluórdeoxyuridínmonofosfát. Táto látka sa rovnako ako dUMP viaže na aktívne centrum enzýmu zodpovedného za metyláciu uracilu na tymín a tým tento enzým nevratne zablokuje (inhibuje).

2.1 Nakreslite vzorce uracilu, 5-fluóruracilu a tymínu.

- 2.2** Metylácia uracilu prebieha tak, že sledom reakcií sa z uracilu najprv odtrhne vodík vo forme vodíkového kationu (H^+) a na jeho miesto je potom naviazaná metylová skupina, ktorú poskytuje tetrahydrofolát (veľmi zjednodušene povedané). Na základe uvedenej informácie vysvetlite (zdôvodnite), prečo 5-fluórdeoxyuridínmonofosfát nemôže byť metylovaný.
- 2.3** Deoxynukleozidtrifosfáty sú východiskové látky na tvorbu DNA. Pomocou skratiek nukleotidov nakreslite schému tvorby deoxycytidíntrifosfátu z orotidínmonofosfátu.

Nižšie uvedená schéma znázorňuje degradáciu jedného pyrimidínového nukleotidu:



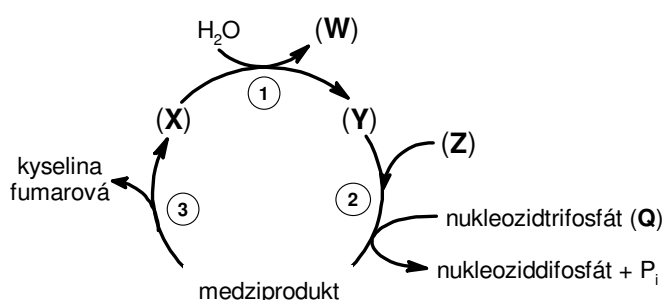
- 2.4** Jednotlivé písmená v schéme nahradzte skratkami, názvami, prípadne vzorcami (pozri odpoveďový hárok!).
- 2.5** Vo vzorci kyseliny β-ureidopropiónovej priradte k jednotlivým atómom dusíka aj uhlíka čísla tak, aby číslovanie zodpovedalo nerozloženej molekule pyrimidínu v nukleozide.
- 2.6** Aké konečné produkty by teoreticky vznikli rozkladom kyseliny orotovej? Napíšte ich názvy.

Úloha 3 (5,625 b – SENIOR)

Biosyntéza purínových nukleotidov *de novo* sa dá uskutočniť v prítomnosti kyseliny asparágovej (aspartát), ktorá obsahuje vo svojej molekule rádioaktívne izotopy dusíka ^{15}N . Následne sa koncové nukleotidy môžu izolovať a potom zistiť pozíciu rádioaktívneho ^{15}N vo výslednej molekule.

- 3.1** Napíšte skratky a názvy koncových nukleozidmonofosfátov pri syntéze purínových nukleotidov *de novo*.
- 3.2** Nakreslite vzorce oboch zásad v koncových nukleotidoch. V oboch vzorcoch vyznačte tie atómy dusíka, ktoré budú rádioaktívne (budú pochádzať z kyseliny asparágovej).
- 3.3** Pri vzniku jedného z koncových produktov syntézy *de novo* sa IMP najprv dehydrogenuje (oxiduje) a následne aminuje. Napíšte názov zásady vzniknutej dehydrogenáciou (oxidáciou) zásady v IMP a nakreslite vzorec jej *enol*-formy.

Deficiencia *myoadenylát-deaminázy (MAD)* je recesívna genetická metabolická porucha, ktorá postihuje približne 1 – 2 % populácií európskeho pôvodu. Prejavuje sa únavou a slabosťou svalov počas a po fyzickom úsilí, spojenou s bolesťivosťou a kŕčmi svalov. Enzým *MAD* sa zúčastňuje v kostrovom svale cyklu purínových nukleotidov, čím sa okrem iného zabezpečí dostatok kyseliny fumarovej (fumarátu) pre citrátový cyklus (zdroj energie pre sval). Nižšie je uvedená schéma cyklu purínových nukleotidov vo svale:

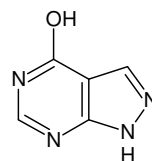


- 3.4** Enzým *MAD* katalyzuje reakciu 1. Písmená **X** a **Y** predstavujú purínové nukleotidy. Nahradte písmená **X** a **Y** príslušnými skratkami a napíšte názvy týchto nukleotidov.
- 3.5** Napíšte názov látky **Z**. Na priebeh reakcie 2 je potrebná hydrolýza nukleozidtrifosfátu **Q**. O ktorý nukleozidtrifosfát konkrétne ide? Napíšte jeho skratku a jeho názov.
- 3.6** Napíšte triviálny názov dusíkatej zásady v nukleotide **Y** a nakreslite jej vzorec.

V školskom kole bol spomenutý aminopterín patriaci do skupiny protinádorových (cytostatických) látok, ktoré blokujú obnovenie tetrahydrofolátu potrebného pre metyláciu uracilu.

3.7 Dokáže aminopterín ovplyvniť syntézu purínových nukleotidov *de novo*? Svoju odpoveď zdôvodnite.

3.8 V niektorých prípadoch sa pacientom s akútnou leukémiou podáva okrem protinádorových liekov aj alopurinol (vzorec vpravo), čo je liek na zmiernenie príznakov dny. Akým mechanizmom alopurinol zmierňuje príznaky akútnej leukémie? Napíšte názov purínovej zásady, ktorej je alopurinol štruktúrnym izomérom.



ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 55. ročník – školský rok 2018/2019

Celoštátne kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov
Doba riešenia: 40 minút

Úloha 1 (2,5 b)

Pripravte z fenolu etylfenyléter. V rovniciach píšte aj vedľajšie produkty.

Úloha 2 (7,5 b)

Napíšte rovnicu prípravy fenolu

- a) Oxidáciou kuménu. Kumén pripravte z benzénu a propénu.
- b) Z benzénu s použitím horčíka.

DOPLNKOVÉ TEORETICKÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 55. ročník – šk. rok 2018/2019

Celoštátne kolo

Martina Gánovská

Maximálne 10 bodov

Doba riešenia : 50 minút

Úloha 1 (6b)

Jednou z možností stanovenia chrómu, ktorú našla Jana so spolužiakmi v literatúre bolo fotometrické stanovenie s chromazurolom – S. Ten poskytuje s trojmocným chrómom veľmi citlivú reakciu. Štandardný roztok chromitej soli si pripravili rozpustením 0,3876 g nonahydrátu dusičnanu chromitého $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ($M = 400,14 \text{ g.mol}^{-1}$) vo vode a doplnením na objem 1 dm^3 . Z roztoku štandardu odpipetovali 1 cm^3 do kadičky, pridali činidlo a zahrievali na vodnom kúpeli približne 30 minút, kým sa vytvorilo červenofialové sfarbenie. Po ochladení roztok kvantitatívne preniesli do odmernej banky. Následne pridali na úpravu $\text{pH} \approx 3,5$ octanový tlmivý roztok a štandardný roztok doplnili do 250 cm^3 . Pri vlnovej dĺžke 570 nm spolužiaci namerali absorbanciu $A = 0,122$ v kyvete s hrúbkou $12,5 \text{ mm}$. Vzorku tabletky, ktorá obsahovala chromité soli rozpustili, upravili a vyfarbili podľa návodu, roztok doplnili na objem 1000 cm^3 a zmerali absorbanciu $A = 0,087$.

1.1 Vypočítajte hodnotu transmitancie štandardu a vzorky.

1.2 Vypočítajte koncentráciu chrómu v roztoku štandardu a výsledok vyjadrite v mg Cr.dm^{-3} .

1.3 Vypočítajte hodnotu molárneho absorpčného koeficienta ϵ_λ .

1.4 Vypočítajte koncentráciu Cr vo vzorke ($M_{\text{Cr}} = 51,996 \text{ g.mol}^{-1}$) a výsledok vyjadrite v mg Cr.dm^{-3} .

1.5 Uvedte, akú farbu má absorbované žiarenie.

1.6 Pri stanovení použili octanový tlmivý roztok na úpravu pH . Vypočítajte pH tlmivého roztoku, ak si ho pripravili rozpustením 5 g octanu sodného ($M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82,03 \text{ g.mol}^{-1}$), 60 cm^3 98 % kyseliny octovej ($\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,0538 \text{ g.cm}^{-3}$, $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g.mol}^{-1}$), $K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$) a doplnili vodou do 1000 cm^3 od-

mernej banky. Rozhodnite, či je vhodné použitie tohto tlmivého roztoku v tomto prípade a zapíšte reakciu, ktorá nastane, ak do octanového tlmivého roztoku pridáme kyselinu.

Úloha 2 (4b)

Fotometrická metóda predstavovala pre spolužiakov novú metódu. Chróm, v prípade vyššej koncentrácie vo vzorke, je možné stanoviť aj odmerným stanovením, a tak sa rozhodla Janka so spolužiakmi vyskúšať túto metódu s použitím modelovej vzorky. Najskôr si pripravili roztok hexahydrátu síranu železnato - amónneho navážením 4,0232 g a doplnením do 100 cm³. Na stanovenie chromitých solí si odpipetovali 25 cm³ vzorky a pomocou peroxidu vodíka zoxidovali na chroman, ktorý okyslili preto, aby vznikol dichroman. Roztok v titračnej banke titrovali železnatými kationmi na indikátor ferroin v silne kyslom prostredí, pričom spotreba bola 12,7 cm³.

2.1 Napíšte iónové zápisy reakcií prípravy dichromanu z chromitej soli.

2.2 Napíšte rovnicu reakcie stanovenia.

2.3 Vypočítajte presnú koncentráciu roztoku hexahydrátu síranu železnato-amónneho (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ · 6H₂O ($M = 392,14 \text{ g.mol}^{-1}$).

2.4 Vypočítajte koncentráciu Cr³⁺ vo vzorke a výsledok vyjadrite v mol.dm⁻³ a mg Cr³⁺ v 1dm³

2.5 Aké množstvo 5 % peroxidu vodíka ($\rho = 1,0168 \text{ g.cm}^{-3}$, $M = 34 \text{ g.mol}^{-1}$) je potrebné na oxidáciu chloridu chromitého ($M = 158,355 \text{ g.mol}^{-1}$) na dichroman, ak predpokladáme, že vo vzorke bol 1g chloridu chromitého.

Poznámka: Zadanie úlohy je fiktívne, lebo vzhľadom na bezpečnostné predpisy platné pre prácu v stredoškolskom laboratóriu je žiakom zakázané pracovať s látkami, ktoré majú karcinogénne účinky, ako je napr. dichroman didraselný.

Odpoveďový hárok z doplnkových teoretických úloh

Štartovné číslo súťažiaceho:			
Celkový počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:	
Úloha 1.1	Výpočet hodnoty T		
Úloha 1.2	Výpočet koncentrácie chrómu v roztoku štandardu v $\text{mg Cr} \cdot \text{dm}^{-3}$		
Úloha 1.3	Výpočet molárneho absorpčného koeficienta ϵ_λ		
Úloha 1.4	Výpočet koncentrácie Cr vo vzorke v $\text{mg Cr} \cdot \text{dm}^{-3}$		
Úloha 1.5			
Úloha 1.6	Výpočet pH tlmivého roztoku Rozhodnutie Zápis reakcie, ktorá nastane, ak do octanového tlmivého roztoku pridáme kyselinu		

Úloha 2.1	
Úloha 2.2	
Úloha 2.3	Výpočet koncentrácie síranu železnato - amónneho
Úloha 2.4	Výpočet koncentrácie chrómu
Úloha 2.5	Výpočet objemu peroxidu

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Miloslav Melník,
Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská
Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Juraj Malinčík
Doc.Ing.Boris Lakatoš, PhD., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Eva Ludvigová

Redakčná úprava: Ing.Ľudmila Glosová (vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019