

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória EF

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b) Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Rozpúšťaním tuhého hydroxidu nikelnatého v kyseline sírovej vzniká roztok zelenej farby .

- Napíšte rovnicu reakcie v stavovom tvare.
- Vypočítajte hmotnosť 91% kyseliny sírovej na rozpustenie 14,7 kg hydroxidu nikelnatého.
- Pre uskutočnenie uvedenej reakcie je výhodnejšie použiť koncentrovanú alebo zriedenejšiu kyselinu ? Svoje tvrdenie zdôvodnite.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Plynný etán hmotnosti 749 g má teplotu 54 °C a absolútny tlak 150 kPa. Predpokladajme že má vlastnosti ideálneho plynu.

- Vypočítajte objem etánu.
- Vypočítajte priemer gule, ktorú by etán za daných podmienok zaberá.
- Vypočítajte hustotu etánu za daných podmienok.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Čistej vode s teplotou 29 °C a s relatívnym tlakom 102 kPa je dodané teplo 404 MJ. Jej objem je 0,97 m³. Hustota je 996 kg.m⁻³, tepelná kapacita 4,19 kJ.kg⁻¹. K⁻¹ a výparné teplo 2025 kJ.kg⁻¹. Voda za uvedených podmienok má teplotu varu 121 °C.

- Vypočítajte hmotnosť vzniknutej vodnej pary.
- V skutočnosti bude vzniknuté množstvo pary oproti vypočítanému väčšie alebo menšie? Svoje tvrdenie zdôvodnite .

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
O	15,999
C	12,011
Ni	58,693
H	1,007
S	32,066

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Školské kolo

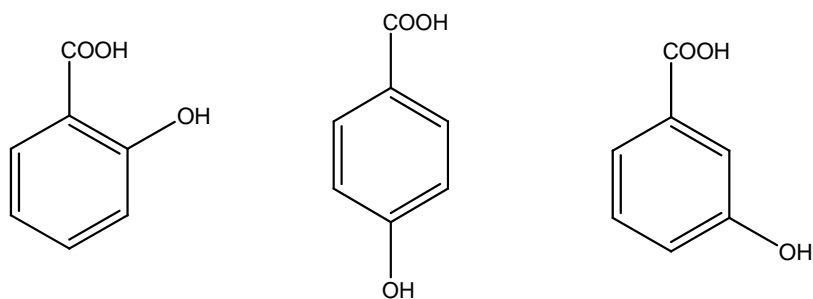
Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 (2 b)

Zoradte nasledujúce kyseliny podľa ich ochoty odštiepiť vodík z karboxylovej skupiny. Začnite najmenej kyslou.



Ktorá z týchto kyselín je kyselina salicylová?

Úloha 2 (3 b)

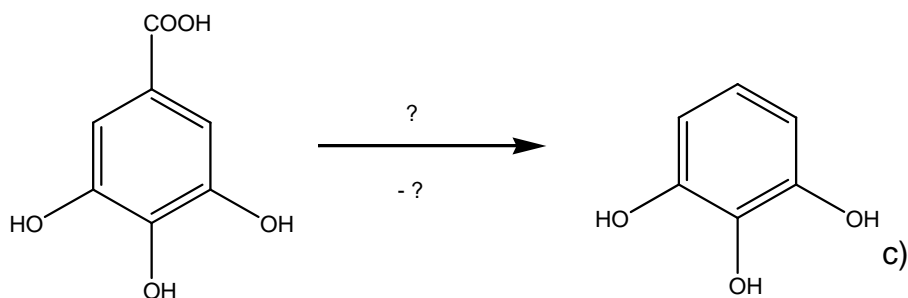
Pripravte kyselinu 2,3-dibrómbutánovú z kyseliny 3-hydroxybutánovej dvojkrokovou syntézou.

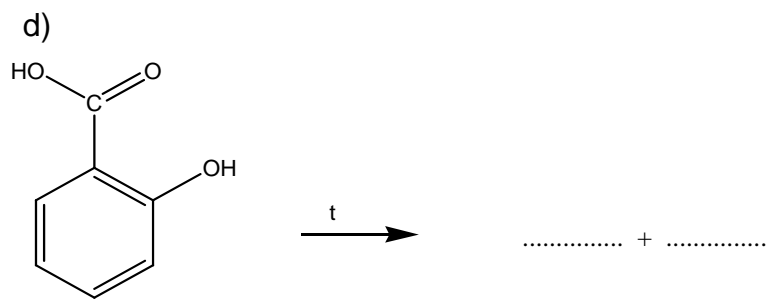
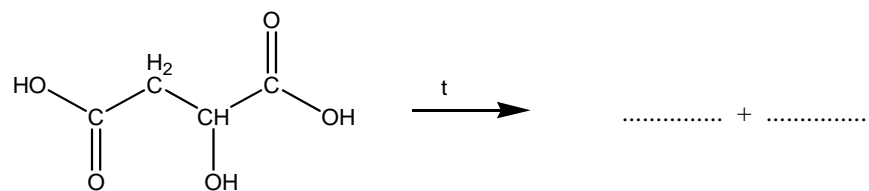
Úloha 3 (5 b)

a) Uveďte rovnicu intramolekulárnej esterifikácie kyseliny 4-hydroxypentánovej.

Doplňte rovnice:

b)





ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Školské kolo

Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov. Doba riešenia 60 minút.
--

Konštanty aminokyselín potrebné na riešenie úloh sú uvedené v tabuľke v prílohe.

Úloha 1 JUNIOR (7b)

Reakciou niektorých aminokyselín a proteínov, ktoré tieto aminokyseliny obsahujú s kyselinou dusičnou vzniká žltá zrazenina, ktorá účinkom roztoku hydroxidu sodného alebo amoniaku zmení farbu na oranžovú. Ak by sme sa poleptali kyselinou dusičnou, pokožka zasiahnutého miesta by bola tiež žltá.

1.1 Napíšte triviálny názov a trojpísmenový kód troch aminokyselín, ktoré poskytujú uvedenú reakciu.

1.2 Napíšte, ako nazývame uvedenú dôkazovú reakciu.

1.3 Vysvetlite princíp uvedenej dôkazovej reakcie.

Aminokyseliny, ktoré sú stavebnými zložkami proteínov, nazývame proteínogénne aminokyseliny.

1.4 Napíšte triviálny názov, štruktúrny vzorec, jednopísmenový a trojpísmenový kód proteínogénnej aminokyseliny, ktorá má dva chirálne uhlíky a polárny uhľovodíkový zvyšok.

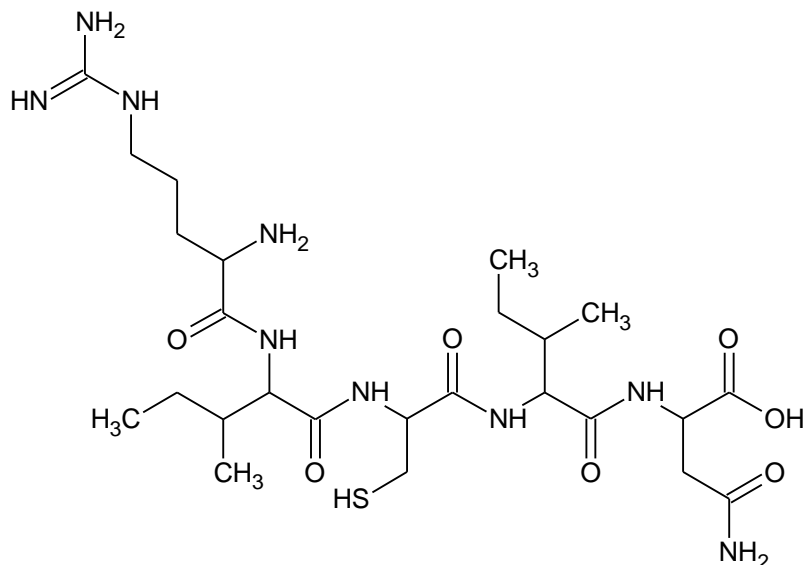
1.5 Napíšte triviálny názov, trojpísmenový kód a nakreslite štruktúrny vzorec jednej kyslej proteínogénnej aminokyseliny a vysvetlite prečo sa zaraďuje medzi kyslé aminokyseliny.

Fúzy sú tvorené keratínom. Sekundárna štruktúra keratínu je α -helix. Tri závitov sú tvorené jedenástimi aminokyselinovými zvyškami. Dĺžka troch závitov je 1,62 nm. Fúzy rastú pomalšie ako vlasy a to priemernou rýchlosťou 15 peptidových väzieb za sekundu.

1.6 Vypočítajte dĺžku fúzov, ktoré narastú za jeden mesiac (30 dní). Predpokladáme, že rýchlosť rastu fúzov je počas sledovaného obdobia rovnaká.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Z liany tropického dažďového pralesa bol izolovaný oligopeptidový reťazec:



2.1 Napíšte triviálne názvy aminokyselín z ktorých je zložený oligopeptid.

2.2 Prepíšte uvedený oligopeptid jednopísmenovým symbolom aminokyselín. Objavíte názov rastlinného toxínu, ktorý je totožný so slovenským názvom rastliny v ktorej sa nachádza.

2.3 Prepíšte uvedený oligopeptid trojpísmenovým symbolom aminokyselín a napíšte triviálny názov prvej aminokyseliny oligopeptidu.

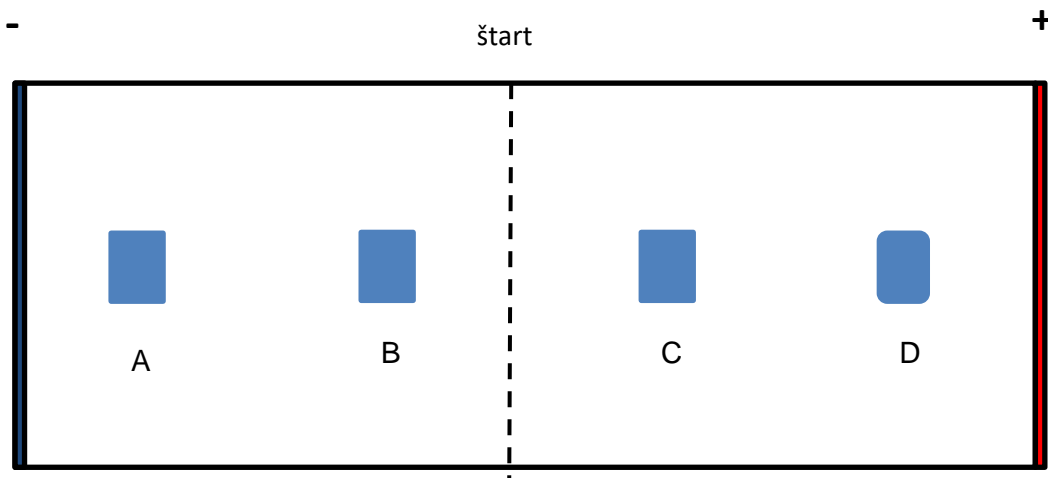
Ionexy sú látky schopné vymieňať si ióny s okolitým prostredím, najčastejšie s roztokom. Výhodou je, že ionex a roztok sa vzájomne nemiešajú. Pri určitom pH je ionex schopný naviazať vhodne nabitú aminokyselinu, kým ostatné nie. Pri zmenenom pH môžeme aminokyseliny z ionexu zasa uvoľniť.

Na anexovú kolónu naniesieme zmes aminokyselín Arg, Gly, Tyr, Ser pri pH = 11,76.

2.4 Určte náboj na aminokyselinách pri pH = 11,76. Uveďte postup riešenia.

2.5 Zistite, ktoré aminokyseliny sa zachytia na kolóne.

Peptid Gly-Asp-Lys-Arg sme podrobili totálnej hydrolýze kyselinou chlór vodíkovou, $c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a zmes sme upravili na pH = 9. Elektroforézou pri pH = 9 sa zmes rozdelila. Ninhydrínom sme aminokyseliny zviditeľnili a získali sme záznam:



2.6 K písmenám A, B, C, D priradte triviálne názvy aminokyselín. Uvedte postup riešenia.

2.7 V peptide Gly-Asp-Lys-Arg sa nachádza opticky inaktívna proteinogénna aminokyselina. Napíšte jej triviálny názov a nakreslite jej štruktúrny vzorec v izoelektrickom bode.

2.8 Nakreslite záznam, ktorý by sme získali elektroforézou zmesi pri $\text{pH} = 5$ a aminokyseliny by sme zviditeľnili ninhydrínom.

Úloha 3 SENIOR (7b)

Hexapeptid B sa skladá z aminokyselín Ala, Phe, Tyr, Cys, Lys, Met.

Účinkom karboxypeptidázy C sme získali pentapeptid a aminokyselínu tyrozín.

Pôsobením pepsínu sme získali tetrapeptid a aminokyseliny tyrozín a fenylalanín.

Účinkom brómkyánu sme získali dva tripeptidy. Prvý tripeptid po Sangerovej reakcii uvoľnil alanín. Druhý tripeptid po Sangerovej reakcii poskytol lyzín.

3.1 Napíšte a zdôvodnite poradie aminokyselín v peptide B.

Poznámka : Pri riešení úloh využite tabuľku 2 v prílohe.

Najrozšírenejší proteín stavovcov je kolagén. Skladá sa najmä z glycínu a prolínu. Stabilitu kolagénu zabezpečuje 4-hydroxyprolín. Stavovce syntetizujú 4-hydroxyprolín z aminokyseliny prolín účinkom enzýmu prolínhydroxyláza v prítomnosti

vitamínu C. Dlhodobý nedostatok vitamínu C a tým aj nedostatok 4-hydroxyprolínu spôsobuje ochorenie skorbut.

3.4 Napíšte reakčnú schému vzniku 4-hydroxyprolínu v organizme stavovcov.

Histamín má silný účinok na hladké svalstvo a cievne kapiláry. Pokladá sa za tkanivový hormón. V súčasnosti je známy ako látka, ktorá je zodpovedná za alergické reakcie organizmu.

V organizme vzniká histamín účinkom enzýmu histamíndekarboxyláza na aminokyselinu histidín.

3.5 Napíšte reakčnú schému vzniku histamínu v organizme človeka.

Príloha

Tabuľka 1: Hodnoty pI a pKa aminokyselín

Názov aminokyseliny	pI	pK _{A1} (α -COOH)	pK _{A2} (α -NH ₃ ⁺)	pK _{A3} (R)
Alanín	6,11	2,35	9,87	-
Cysteín	5,00	1,92	10,70	8,37
Kyselina asparágová	2,85	1,99	9,90	3,90
Kyselina glutámová	3,15	2,10	9,47	4,07
Fenylalanín	5,49	2,20	9,31	-
Glycín	5,97	2,34	9,60	-
Histidín	7,60	1,80	9,33	6,04
Izoleucín	6,05	2,32	9,76	-
Lyzín	9,60	2,16	9,06	10,54
Leucín	6,01	2,33	9,74	-
Metionín	5,74	2,13	9,28	-
Asparagín	5,41	2,14	8,72	-
Prolín	6,30	1,95	10,64	-
Glutamín	5,65	2,17	9,13	-
Arginín	10,76	1,82	8,99	12,48
Serín	5,68	2,19	9,21	-
Treonín	6,53	2,63	10,43	-
Valín	6,00	2,39	9,74	-
Tryptofán	5,89	2,46	9,41	-
Tyrozín	5,64	2,20	9,21	10,46

Tabuľka 2: Štiepiace enzýmy a činidlá

Enzým/činidlo	Štiepi
Karboxypeptidáza A	Z voľného C-konca peptidu všetky AK okrem arginínu, lyzínu a prolínu, ak predposlednou AK nie je prolín
Karboxypeptidáza B	Z voľného C-konca peptidu arginín, lyzín, ak predposlednou AK nie je prolín
Karboxypeptidáza C	Z voľného C-konca peptidu všetky AK
Brómkyán	Peptidový reťazec na C-strane metionínu
Chymotripsín	Peptidový reťazec na C-strane fenylalanínu, tyrozínu a tryptofánu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Trypsín	Peptidový reťazec na C-strane lyzínu a arginínu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Elastáza P1	Peptidový reťazec na C-strane alanínu, glycínu, serínu a valínu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Termolyzín	Peptidový reťazec na N-strane izoleucínu, metionínu, fenylalanínu, tryptofánu, tyrozínu, valínu (pred nimi nesmie byť prolín)
Pepsín	Peptidový reťazec na N-strane leucínu, fenylalanínu, tryptofánu a tyrozínu (pred nimi nesmie byť prolín)

ÚLOHY Z CHÉMIE PŘÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategorie EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

ŠKOLSKÉ KOLO

soutěžné číslo:

počet bodov:

ODPOVĚDOVÝ HÁROK

Úloha 1 JUNIOR (7b)

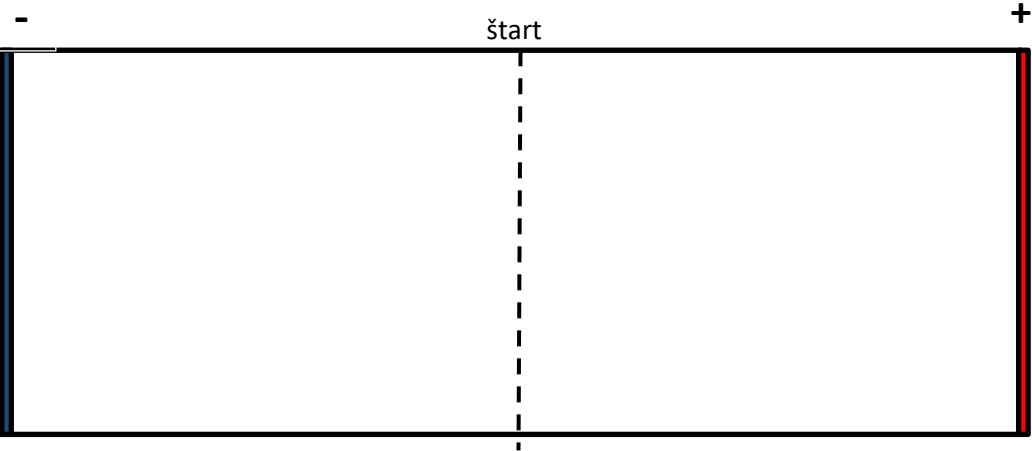
b

1.1	Triviální název a trojpísmenný kód aminokyselín:	
1.2	Název reakce:	
1.3		
1.4	Triviální název: Jednopísmenný kód: Trojpísmenný kód: Štruktúrný vzorec:	
1.5	Vysvetlenie:	

	<p>Triviálny názov:</p> <p>Troj písmenový kód:</p> <p>Jedno písmenový kód:</p> <p>Štruktúrny vzorec:</p>	
1.6	Výpočet:	

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)**b**

2.1	Triviálne názvy aminokyselín:	
2.2	Názov toxínu:	
2.3	Troj písmenový kód peptidu: Triviálny názov prvej aminokyseliny:	
2.4	Postup riešenia: Náboj na aminokyselinách:	
2.5	Na kolóne sa zachytia aminokyseliny:	
2.6	Postup riešenia: A = B = C = D =	

2.7	<p>Triviálny názov aminokyseliny:</p> <p>Štruktúrny vzorec aminokyseliny v izoelektrickom bode:</p>
2.8	

ODPOVEĎOVÝ HÁROK – SENIOR

Úloha 3 SENIOR (7b)

b

3.1	Vysvetlenie: Určenie primárnej štruktúry peptidu: Prvý tripeptid: Druhý tripeptid: Výsledná primárna štruktúra peptidu:	
3.2	Reakčná schéma:	
3.3	Reakčná schéma:	

DOPLNKOVÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – šk. rok 2022/2023

Školské kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne **10 bodov** (20 pomocných bodov, 1 pb = 0,5 b)
Doba riešenia: 50 minút

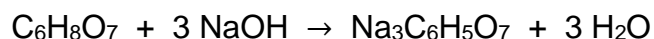
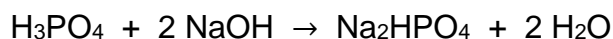
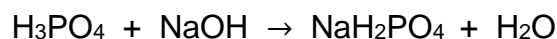
Úloha 1 (8 pb)

Octový nálev z linky pri zaváraní uhoriek bol podrobený analýze. Jeho koncentrácia by mala byť podľa normy ($1,8 \pm 0,1$) hm.%, čo je 1,8 g/100 ml, resp. 18,05 g/l.

Zistite, aké bolo zriedenie pôvodnej vzorky na analýzu ($\rho_{\text{zr.roztok}} = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), ak predpokladáme, že norma bola splnená. Na alkalimetrickú analýzu sa odobralo 50 cm^3 zriedenej vzorky a spotreba odmerného roztoku NaOH bola $17,6 \text{ cm}^3$. Koncentrácia odmerného roztoku sa určila na návažok základnej látky dihydrát kyseliny šťaveľovej, $m = 0,3428 \text{ g}$ a spotreba bola $12,8 \text{ cm}^3$.

Úloha 2 (6 pb)

Colový nápoj bol analyzovaný na kyselinu fosforečnú a citrónovú potenciometricky. Použilo sa 25 cm^3 vzorky. Prvý potenciálový skok zodpovedajúci titrácii H_3PO_4 do 1.stupňa mal bod ekvivalencie pri objeme 0,67 ml. Druhý potenciálový skok, ktorý zodpovedal disociácii H_3PO_4 do 2.stupňa a úplnej disociácii kyseliny citrónovej do 3.stupňa mal bod ekvivalencie 6,61 ml. Použitý odmerný roztok NaOH mal koncentráciu $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Rovnice reakcií:



Vypočítajte koncentrácie oboch kyselín v mg na 100 ml nápoja.

Úloha 3 (6 pb)

Obal kryštalického hnojiva bol poškodený a nevidno dávkovanie hnojiva. Zistite, ako možno dávkovať hnojivo na pôdu, ak je potrebné pridať na začiatku vegetačného obdobia na 100 kg zeminy 100 g dusíka, 26 g fosforu a 41,5 g draslíka. Zloženie použitého hnojiva NPK je v hm.% 10 % N, 6 % P₂O₅ a 5 % K₂O.

Počas rastu plodín ubudne z pôdy priemerne 10 % pridávaných výživových látok za každý mesiac a po troch mesiacoch sa pôda prihnojuje znova, ale len polovičnou dávkou hnojiva oproti dávke na začiatku vegetačného obdobia.

Vypočítajte množstvo živín (N, P, K) v mg.kg⁻¹ pôdy po druhom prihnojení pôdy, ak berieme do úvahy stratu živín po troch mesiacoch a celkové množstvo pridaného hnojiva.

Tabuľkové údaje:

$A_r(\text{H}) = 1,008$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{C}) = 12,011$; $A_r(\text{P}) = 30,974$

$A_r(\text{K}) = 39,098$; $A_r(\text{N}) = 14,007$;

$M_r(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 126,036$;

$M_r(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,050$.

DOPLNKOVÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

ŠKOLSKÉ KOLO

súťažné číslo:

počet bodov:

ODPOVEĎOVÝ HÁROK

Úloha 1	<p>Štandardizácia NaOH:</p> <p>Rovnica:</p> <p>Rovnica stanovenia:</p> <p>Výpočet molárnej koncentrácie kyseliny octovej:</p> <p>Faktor zriedenia:</p>
----------------	---

Úloha 2

1. potenciálový skok zodpovedá disociácii H_3PO_4 do prvého stupňa, podľa prvej rovnice:

2. potenciálový skok

V_{NaOH} na $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$

Úloha 3

Zo zloženia hnojiva vyplýva, že 100 g hnojiva obsahuje:

Za 3 mesiace ubudne:

Pre druhé hnojenie sa pridá:

Množstvo živín v pôde potom bude:

Celkové množstvo pridaného hnojiva po prvom aj druhom hnojení je:

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Olexová, Mgr.Ladislav Blaško,
Ing.Martina Gánovská, Ing.Anna Ďuricová, PhD.

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík
Ing. Jozef Urban, Ing. Martina Gánovská,

Redakčná úprava: Ing.Anna Ďuricová, PhD.(vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2023