

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória EF

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – školský rok 2019/2020

Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia : 30 minút

Úloha 1 (JUNIOR) (7,5 b)

Reakciou kovového hliníka s roztokom kyseliny sírovej dochádza k vzniku síranu hlinitého a uvoľneniu plynného prvku.

- Napíšte rovnicu reakcie v stavovom tvare.
- Vypočítajte hmotnosť hliníka potrebného na prípravu 150 kg síranu hlinitého.
- Vypočítajte hmotnostný zlomok oxidu hlinitého v sírane hlinitom.
- Vypočítajte množstvo kryštallohydrátu, ktoré by vzniklo zo 150 kg síranu hlinitého. Síran hlinitý kryštalizuje ako oktaedekahydrát.
- Napíšte, kde sa v bežnom živote môžeme stretnúť so síranom hlinitým?

Úloha 2 (JUNIOR, SENIOR) (7,5 b)

Plynný bróm o hmotnosti 400g má teplotu 70°C a tlak 100kPa. Predpokladajme, že má vlastnosti ideálneho plynu.

- Vypočítajte objem brómu.
- Vypočítajte hustotu brómu za daných podmienok.
- Vypočítajte rozmer strany kocky, ktorú by bróm za daných podmienok zaberá.
- Uveďte, v akom skupenstve sa nachádza bróm za štandardných podmienok?

Úloha 3 (SENIOR) (7,5 b)

Neutralizáciou 500g 30% kyseliny chlorečnej s ekvimolárnym množstvom roztoku hydroxidu sodného dochádza k uvoľneniu 1,43 MJ.mol⁻¹ tepla. Celkové množstvo reakčného roztoku je 1270g.

- Napíšte rovnicu reakcie neutralizácie.
- Vypočítajte množstvo uvoľneného tepla reakciou.
- Vypočítajte zmenu teploty reakčného roztoku, ak jeho tepelná kapacita

$$c_p = 3,8 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

- d) Uvážte, či je vypočítaná teplota ohriatia roztoku v bode c) reálna? K akému fyzikálnemu deju by v tomto prípade dochádzalo za atmosférického tlaku?

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
O	15,999
S	32,066
H	1,008
Al	26,982
Br	79,904
Cl	35,453

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 56. ročník – školský rok 2019/2020

Školské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov
Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 (3 b)

Napíšte vzorce nasledujúcich zlúčenín:

- a) Acetón
- b) Propenál
- c) Glyoxál

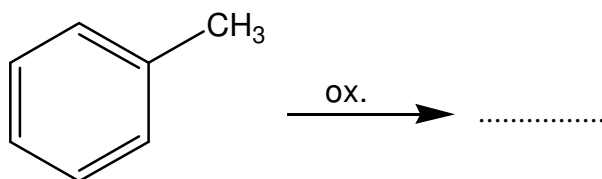
Úloha 2 (1 b)

Vysvetlite, prečo majú karbonylové zlúčeniny v porovnaní s príslušnými alkoholmi nižšie teploty varu.

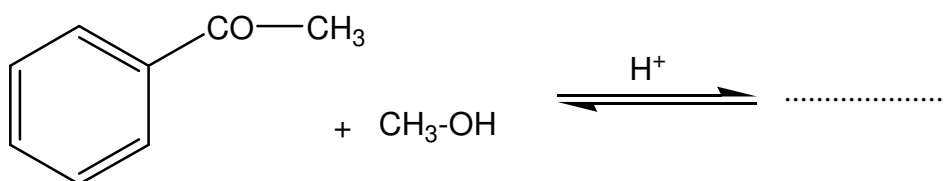
Úloha 3 (6 b)

Doplňte reakcie:

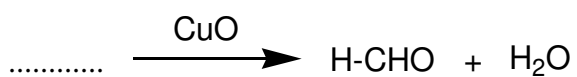
a)



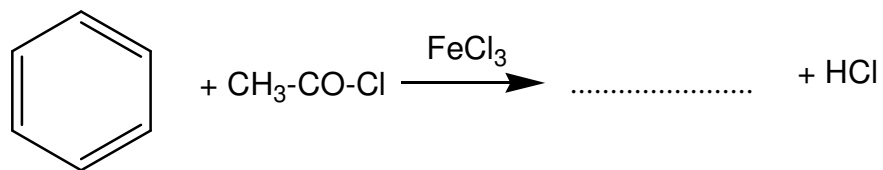
b)



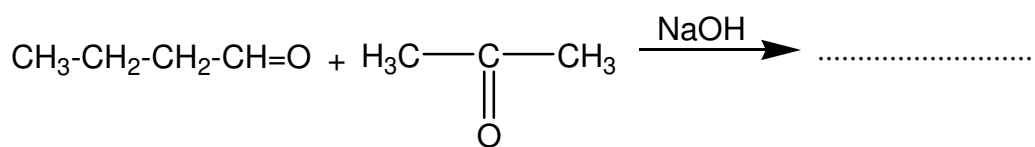
c)



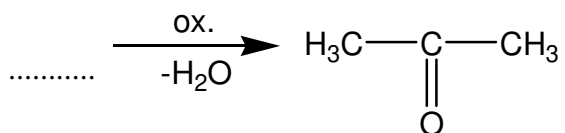
d)



e)



f)



ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – školský rok 2019/2020

Školské kolo

Mgr. Ladislav Blaško

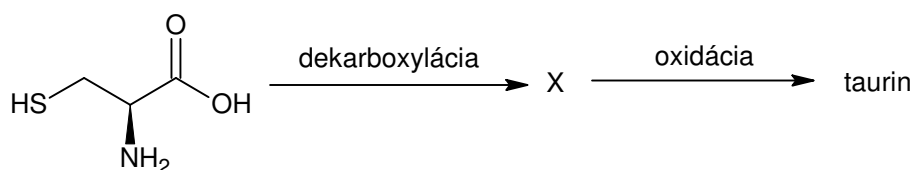
Maximálne 15 bodov

Doba riešenia: 50 minút

Úloha 1 (JUNIOR) (7b)

Taurín je derivátom sírnej kyseliny L-cysteínu. V organizme plní dôležité funkcie. Kontroluje hladinu inzulínu a umožňuje lepšie zásobovanie svalov glukózou. Zvyšuje koncentráciu, navodzuje celkový pocit pohody, oddaľuje pocit únavy pri športových výkonoch a pomáha zvládať stresové situácie organizmu. Pri veľkej fyzickej námahe alebo dlhšom strese môže vyžadovať viac taurínu ako je schopný vytvoriť. Preto je súčasťou energetických nápojov.

Taurín organizmus produkuje podľa nasledujúcej zjednodušenej reakčnej schémy:



1.1 Napíšte štruktúrny vzorec a systémový názov taurínu.

1.2 Napíšte systémový a triviálny názov zlúčeniny X.

Klasickým jedlom na Slovensku je vyprážený rezeň s ryžou. V jedle sú zastúpené rastlinné aj živočíšne bielkoviny. Okrem dostatočnej kalorickej hodnoty by nám malo zabezpečiť aj dostatok esenciálnych aminokyselín. Stravovacia norma na jednu porciu je 120g mäsa.

1.3 Stravujete sa v školskej jedálni kde stravovaciu normu mäsa dodržali. Ak predpokladáme, že uvedené jedlo je váš jediný zdroj bielkovín, vypočítajte hmotnosť ryže potrebnú k rezňu aby ste dodržali odporúčaný denný príjem všetkých esenciálnych aminokyselín, ak je vaša hmotnosť 75kg.

Potrebné údaje sú v tabuľke:

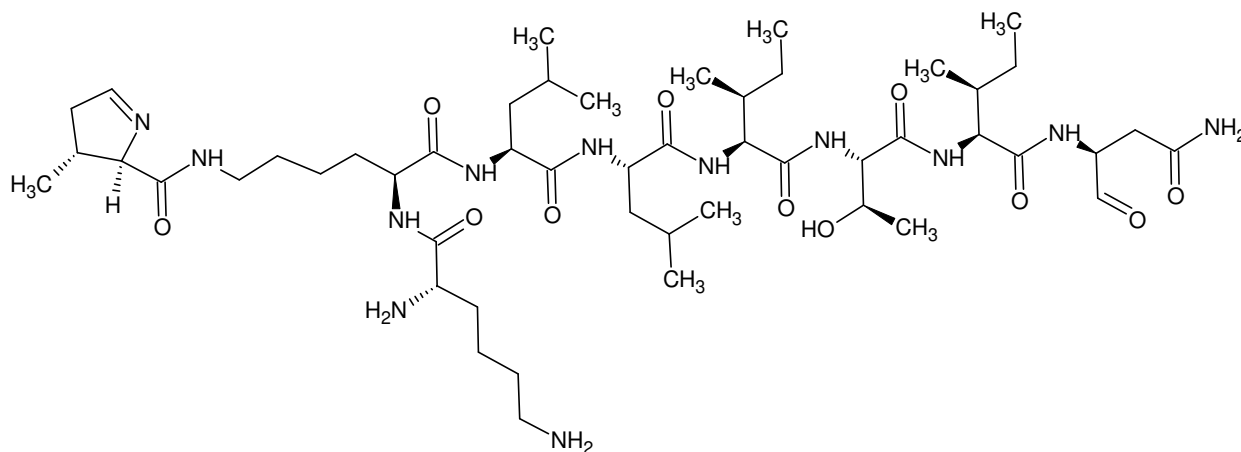
Esenciálna aminokyselina(AK)	Val	Ile	Leu	Trp	Thr	Lys	Phe	Met
Odporúčaný denný príjem (mg AK pre 75kg človeka)	1950	1500	2925	300	1125	2250	938	780
Obsah AK v rezni (mg AK v 100g)	1394	1203	2065	326	1173	2310	1025	680
Obsah AK v ryži (mg AK v 100g)	141	101	150	39	91	152	111	39

1.4 Ryža ako príloha k rezňu má stravovaciu normu 200g. Bude toto množstvo ryže dostačujúce z hľadiska odporúčaného denného príjmu esenciálnych aminokyselín?

1.5 Ktorá z esenciálnych aminokyselín je limitujúca pre výpočet hmotnosti ryže? Napíšte jej triviálny názov.

Úloha 2 (JUNIOR, SENIOR) (8b)

Z baktérií nájdených v extrémnych podmienkach v Antarktíde bol izolovaný oligopeptidový reťazec:



2.1 Reťazec obsahuje nezvyčajnú proteinogénnu aminokyselinu. Nazýva sa tiež 22. proteinogénna aminokyselina. Napíšte jej triviálny názov a trojpísmenový symbol.

2.2 V oligopeptidovom reťazci je ukrytý názov cyklického peptidu – antibiotika. Toto antibiotikum sa nazýva aj „antibiotikum poslednej záchrany“, lebo je účinné aj voči multirezistentným baktériám. Prepíšte poradie aminokyselín v reťazci pomocou jednopísmenkových symbolov a rozlúštite názov antibiotika.

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 AK, kým ostatné nie. Pri zmenenom pH môžeme aminokyseliny z ionexu zasa uvoľniť.

Na katexovú kolónu nanesieme zmes aminokyselín Gly, Ala, Glu, Lys, Arg, Ser v $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HCl.

2.3 Zistite, ktoré aminokyseliny sa zachytia na kolóne. Uveďte postup riešenia. Predpokladajte, že roztok HCl je ideálny. Autoprotolýzu vody zanedbajte.

Uvedenú metódu môžeme použiť aj na delenie peptidov. Na katexovú kolónu nanesieme peptid A: Ala-Glu-Tyr-Ala-Lys a peptid B: Gly-Asp-His-Gly-Lys pri $pH = 5$.

2.4 Zistite, ktorý peptid sa zachytí na kolóne. Uveďte postup riešenia.

2.5 Peptid Glu-Ser-Lys-Arg-Gly sme podrobili totálnej hydrolýze kyselinou chlór vodíkovou, $c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a zmes sme upravili na $pH = 5,97$. Ako sa rozdelí reakčná zmes pri elektroforéze pri $pH = 5,97$? Svoje rozhodnutie zdôvodnite. Predpokladajte, že pri hydrolýze sa aminokyseliny nepoškodili.

Úloha 3 (SENIOR) (7b)

Kobra produkuje α -cobratoxin, neurotoxín spôsobujúci rýchlu paralýzu organizmu. Počas analýzy α -cobratoxinu bol vyizolovaný nasledovný oligopeptid:

Ile-Arg-Phe-Cys-Ile-Thr-Pro-Asp-Ile-Thr-Ser-Lys-Asp-Cys-Pro-Asn-Gly

3.1 Napíšte počet fragmentov, ktoré vzniknú účinkom chymotrypsínu na časť α -cobratoxinu. Napíšte názov C-koncovej aminokyseliny dlhšieho reťazca.

3.2 Napíšte vzorec najkratšieho fragmentu, ktorý vznikne účinkom trypsinu na α -cobratoxin. Napíšte názov N-koncovej aminokyseliny najdlhšieho fragmentu.

3.3 Napíšte počet fragmentov, ktoré vzniknú pôsobením termolýzínu na α -cobratoxin. Napíšte názov N-koncovej aminokyseliny fragmentu, ktorý sa skladá zo štyroch aminokyselín.

3.4 Vysvetlite, aký účinok má brómkyán na α -cobratoxin.

3.5 Úplnou hydrolýzou neznámeho tetrapeptidu sme získali aminokyseliny Lys, Ala, Gly, Glu. Napíšte a zdôvodnite poradie aminokyselín v neznámom tetrapeptide, ak viete, že

a) Účinkom karboxypeptidázy C a redukciou LiBH_4 sme zistili etanolamín.

- b) Reakciou s 2,4-dinitrofluórbenzénom sme zistili alanín.
- c) Účinkom trypsínu získame dva dipeptidy A, B. Na katexovej kolóne sa pri pH = 5 dipeptidy rozdelili. Dipeptid A sa naviazal na katex, dipeptid B vytiekol z kolóny. Napíšte vzorce dipeptidov A, B

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	5,05	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
Chymotrypsín	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)

DOPLNKOVÉ TEORETICKÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – šk. rok 2019/2020

Školské kolo

Ing.Martina Gánovská

Maximálne 10 bodov

Doba riešenia : 40 minút

Úloha 1 (6b)

Dusičnany ($M = 62,00 \text{ g.mol}^{-1}$) patria medzi látky, ktoré znečisťujú vodné zdroje hlavne v okolí poľnohospodárskych prevádzok a majú veľmi negatívny vplyv na zdravie človeka. Ich prítomnosť vo vode sa neprejavuje zmenou vzhľadu či chuti vody. Najvyššia medzná hodnota dusičnanov v pitnej vode na Slovensku je až 50 mg/l, pričom podľa WHO vo väčšine krajín nesmú hodnoty dusičnanov v pitnej vode presiahnuť 10 mg/l, čo je až päťkrát menej ako u nás. Medzi účinné riešenia odstránenia dusičnanov z vody je iónová výmena. Najvhodnejším ionexom je selektívny silne bázický anex s troma naviazanými etylovými skupinami na atóm dusíka. Pri odstránení dusičnanov z vody sa v pracovnej fáze uvoľňujú chloridy do vody a preto je tento druh úpravy vody vhodný iba do 120 mg.dm^{-3} dusičnanov vo vode. Pri stanovení kapacity takéhoto anexu postupujeme nasledovne:

10 cm^3 anexu sa v kolóne zregenerovalo 50 cm^3 10% roztokom chloridu sodného. Následne sa takto pripravený anex v chloridovej forme premýval demineralizovanou vodou rýchlosťou 1 – 2 kvapky za 1 sekundu až do dosiahnutia pH 4 vytekajúceho roztoku.

Na takto pripravenú kolónu sa privádzala upravovaná voda s koncentráciou $c_m=120 \text{ mg NO}_3^- \text{ v dm}^3$. Z eluátu sa v priebehu pracovnej fázy priebežne odoberal rovnaký objem v ktorom sa stanovoval obsah dusičnanov iónovo selektívnou kombinovanou dusičnanovou elektródou. Pokus pracovníci ukončili, keď koncentrácia dusičnanu bola väčšia ako 10 mg.dm^{-3} dusičnanov. V tom čase bol objem eluátu $3,2 \text{ dm}^3$.

1.1 Zapište rovnicu vyjadrujúcu priebeh iónovej výmeny na selektívnom silne bázickom anexe.

1.2 Vypočítajte objemovú kapacitu ionexu.

1.3 Kapacitu anexu Q je možné stanoviť aj nasledujúcim spôsobom: Na kolónu, ktorá obsahuje 20 cm^3 anexu v chloridovom cykle sa naniesie 100 cm^3 dusičnanu sodného $c = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ a premyje sa 100 cm^3 demineralizovanou vodou. Na anexe dochádza k výmene dusičnanu za chlorid, ktorý sa uvoľní z ionexu ako NaCl a je ho možné stanoviť argentometricky odmerným roztokom dusičnanu strieborného nepriamou titráciou. Z pripraveného zásobného roztoku eluátu o objeme 250 cm^3 sa na stanovenie použilo 25 cm^3 . K roztoku sa pridá presne známe nadbytočné množstvo dusičnanu strieborného o $c = 0,0752 \text{ mol.dm}^{-3}$ a objeme 25 cm^3 . Nezreagované množstvo dusičnanu strieborného sa dotitruje tiokyanátom draselným o koncentrácii $0,0972 \text{ mol.dm}^{-3}$. Spotreba tohto roztoku bola $6,8 \text{ cm}^3$. Vypočítajte objemovú kapacitu Q a výsledky porovnajte. Zapište rovnice stanovenia.

1.4 Odmerný roztok dusičnanu strieborného je možné pripraviť ako roztok o približnej koncentrácii a následne ho štandardizovať napríklad aj takýmto postupom: Z naváženej množstva $0,1234 \text{ g}$ NaCl ($M = 58,44 \text{ g.mol}^{-1}$), sa pripravil zásobný roztok základnej látky o objeme 50 cm^3 . Na jednu titráciu sa odpipetovalo 20 cm^3 , pridal sa indikátor chroman draselný. Spotreba bola $17,8 \text{ cm}^3$. Zapište rovnicu štandardizácie a vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku dusičnanu strieborného.

Úloha 2 (4b)

Hoci prvý krát bol použitý chlórnan sodný ako dezinfekčný prostriedok už v roku 1908 dodnes sa používa na dezinfekciu vôd. Chlórnan sa v štandardných dezinfekčných prostriedkoch stanovuje jodometricky. Zo vzorky dezinfekčného prostriedku sa 10 cm^3 odváži na analytických váhach a kvantitatívne prenesie do odmernej banky s objemom 100 cm^3 a doplnením destilovanou vodou sa pripraví zásobný roztok vzorky. Hmotnosť naváženej dezinfekčného prostriedku bola

10,1211g. Na jednu titráciu sa z tohto zásobného roztoku odpipetuje 10 cm³ do jódovej banky, zriedi sa vodou a pridá sa približne 1g tuhého jodidu draselného. Roztok je potrebné okysliť 10 cm³ kyseliny chlorovodíkovej o $c = 5 \text{ mol.dm}^{-3}$. Vzniknutý roztok sa premieša a nechá stáť v tme cca 5 minút. Následne sa titruje odmerným roztokom tiosíranu sodného o presnej koncentrácii na indikátor škrobový maz do odfarbenia. Spotreba odmerného roztoku bola 13,1 cm³.

2.1 Zapíšte rovnice reakcií stanovenia

2.2 Na stanovenie sa používa štandardne odmerný roztok tiosíranu sodného o približnej koncentrácii 0,1 mol.dm⁻³ pripravený navážením pentahydrátu tiosíranu sodného $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,17 \text{ g.mol}^{-1}$. Vypočítajte návažok potrebný na prípravu 500 cm³ odmerného roztoku.

2.3 Odmerný roztok tiosíranu sodného sa štandardizuje na zásobný roztok základnej látky jodičnanu draselného KIO_3 ($M = 214 \text{ g.mol}^{-1}$). Ten sa pripravuje navážením základnej látky o hmotnosti $m = 0,6617 \text{ g}$ a doplnením v odmernej banke do objemu 200 cm³. Na jednu titráciu sa odpipetuje do jódovej banky 10 cm³, pridajú sa 2g KI a 5 cm³ HCl. Banka sa uzavrie, nechá sa stáť 5 minút v tme, titruje sa tiosíranom do žltej farby, následne sa pridajú 2 cm³ škrobového mazu a dotitruje sa do odfarbenia. Spotreba tiosíranu sodného je 9,6 cm³. Zapíšte rovnice štandardizácie a vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku tiosíranu sodného.

2.4 Na základe popísaného stanovenia vypočítajte hmotnostnú koncentráciu chlórnanu sodného ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$) a percento vo vzorke dezinfekčného prostriedku ($M = 74,44 \text{ g.mol}^{-1}$).

Odpoveďový hárok z doplnkových teoretických úloh

Škola			
Meno súťažiaceho:			
Celkový počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:	
Úloha 1.1	Rovnica vyjadrujúca priebeh iónovej výmeny na selektívnom silne bázičkom anexe.		
Úloha 1.2	Výpočet objemovej kapacity ionexu		
Úloha 1.3	Rovnica stanovenia Výpočet objemovej kapacity ionexu		
Úloha 1.4	Rovnica štandardizácie Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku dusičnanu strieborného.		
Úloha 2.1	Zápis reakcií		

Úloha 2.2	Výpočet návážku
Úloha 2.3	Rovnice štandardizácie Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku tiosíranu sodného.
Úloha 2.4	Výpočet hmotnostnej koncentrácie chlórnanu sodného ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$) a percenta vo vzorke dezinfekčného prostriedku

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Ladislav Blaško,
Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík
Mgr.Pavλίna Gregorová., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Anna Ďuricová, PhD.

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020