

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória EF

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Nanášanie medi elektrolytickým spôsobom sa nazýva galvanické pomedenie. Používa sa ako medzivrstva pre pokovenie inými kovovými povlakmi a pre dekoračné účely na oceli, zinku, hliníku a plastových predmetoch.

- Napíšte elektrochemickú rovnicu v stavovom tvare vylučovania meďnatých katiónov z roztoku pri prechode elektrického prúdu.
- Vypočítajte prúd potrebný na vylúčenie 143 g medi počas 21 minút.
- Vypočítajte aká je hrúbka vrstvy vytvorená meďou na oceľovom plechu rozmerov 1,25 x 2,5 m, hrúbku plechu zanedbajte. Výsledok uveďte v mikrometroch.
- Železný kliniec s hmotnosťou 14,3 g bol vložený do 340 g horúceho roztoku síranu meďnatého $w(\text{CuSO}_4) = 0,16$. Vypočítajte hmotnosť vylúčenej medi a hmotnosť nezreagovaného síranu meďnatého.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Dôkazová reakcia aldehydov (aj redukujúcich sacharidov) pomocou Fehlingových roztokov prebieha v troch etapách. V 1. fáze reaguje síran meďnatý s prítomným hydroxidom sodným. V 2.fáze vzniknutý hydroxid reaguje s vínanom sodno-draselným na rozpustný komplex medi. Až v 3.fáze môže meď v rozpustnej forme oxidovať príslušný sacharid.

- Napíšte všetky tri reakcie, ak reagujúcim sacharidom je **ribóza**.
- Vypočítajte množstvo vylúčeného Cu_2O , ak do reakcie vstúpilo 15g 12% roztoku ribózy.

Pomôcka: kys.vínna je 2,3 – dihydroxibutándiová

- Uveďte dôkazovú reakcie aldehydov (redukujúcich.cukrov) Tollensovým činidlom

Tollensovo činidlo je zmes $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$, pri reakcii sa oxiduje aldehyd na príslušnú kyselinu (resp. jej soľ) a Ag^+ sa redukuje na Ag^0 a tvorí sa tzv. **strieborné zrkadlo**.

Stačí napísať v iónovom tvare.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

9,1 kg kyslíka pri teplote $15\text{ }^\circ\text{C}$ sa nachádza v tlakovej nádobe tvaru valca.

Nádoba má priemer 12 cm a výšku 1,6 m.

a) Pomocou van der Waalsovej rovnice vypočítajte jeho tlak.

Koeficienty van der Waalsovej rovnice sú: $a = 0,138\text{ m}^6\cdot\text{Pa}\cdot\text{mol}^{-2}$, $b = 0,0000318\text{ m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.

b) O koľko percent poklesne tlak, ak z nádoby ubudne 90 % kyslíka a teplota ostane nezmenená?

V oboch termodynamických stavoch považujeme kyslík za reálny plyn.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol^{-1}]
O	15,999
Cu	63,546
Fe	55,845
S	32,065
Ribóza	150,130
$\rho(\text{Cu})$	$8,96\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
Faradayova konštanta	$96\,485\text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 (3 b)

Nakreslite vzorec nasledujúcich sacharidov a uveďte, či ide o monosacharid, oligosacharid alebo polysacharid.

- Fruktóza
- Repný cukor
- Celulóza

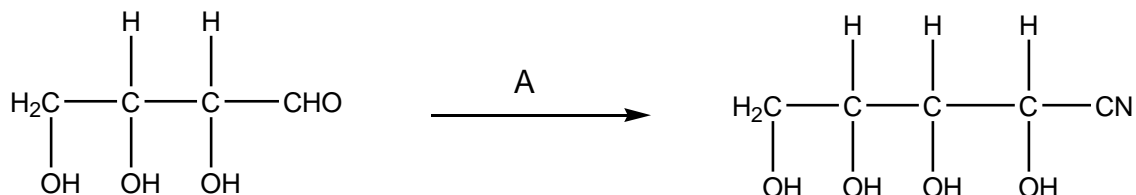
Úloha 2 (1,5 b)

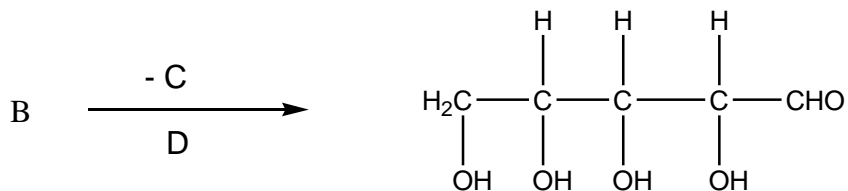
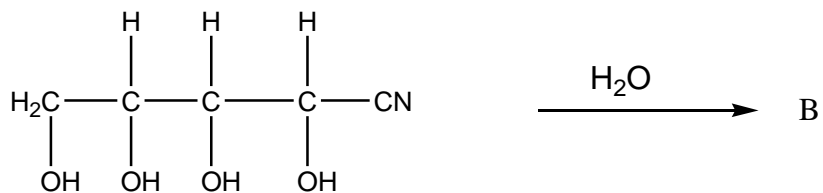
Štruktúra monosacharidov sa dá zakresliť niekoľkými spôsobmi. Nakreslite D-glukózu

- Fischerovým acyklickým vzorcom,
- Tollensovým cyklickým vzorcom,
- Haworthovým vzorcom.

Úloha 3 (2 b)

Doplňte reakčnú schému prípravy aldopentózy:

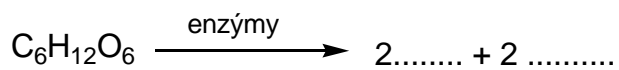




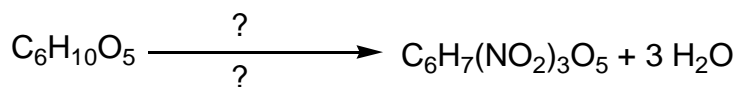
Úloha 4 (3,5 b)

Doplňte rovnice:

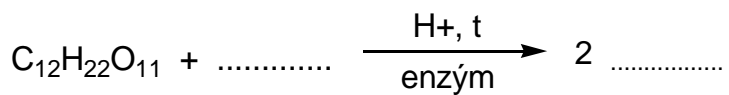
a) Alkoholového kvasenia glukózy



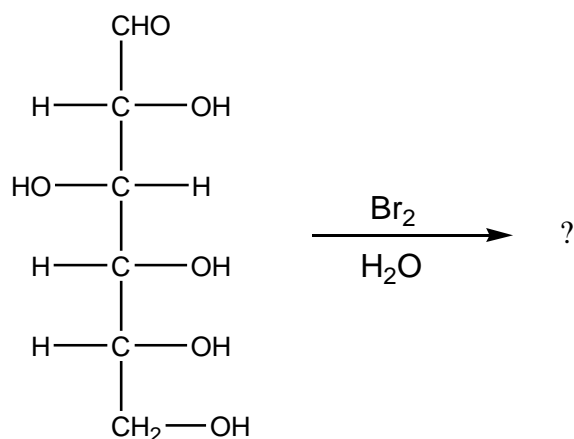
b) Nitrácie stavebnej jednotky celulózy



c) Hydrolýzy disacharidov



d) Miernej oxidácie glukózy



ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

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

Školské kolo

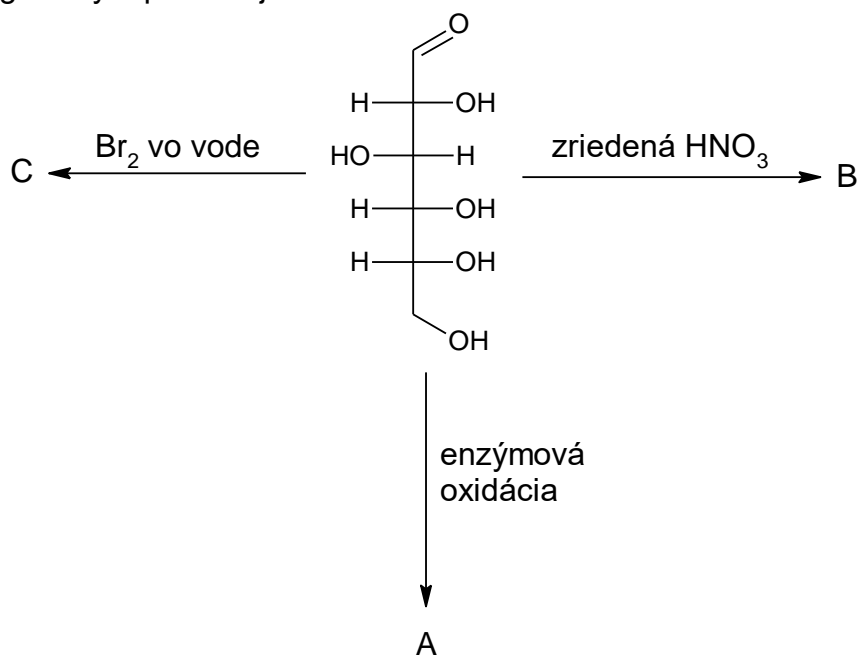
Mgr. Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov.
Doba riešenia 60 minút.

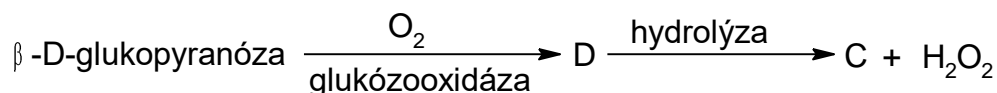
Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

Chemická reaktivita monosacharidov je daná prítomnosťou karbonylových a hydroxylových skupín v molekule. V cyklickej forme sacharidov je najreaktívnejší poloacetálový hydroxyl. Oxidáciou glukózy môžu v závislosti od použitého oxidačného činidla vzniknúť rôzne produkty.

1.1 V schéme nahradte písmená A, B, C Fischerovými vzorcami produktov oxidácie glukózy a pomenujte ich



Na stanovenie koncentrácie glukózy v krvi sa používajú rôzne metódy. Jedna z nich je glukózooxidázová reakcia. V prvom kroku sa glukóza oxiduje účinkom enzýmu glukózooxidáza na zlúčeninu D, ktorá je nestála a rýchlo sa neenzýmovo hydrolyzuje na produkt C z úlohy 1.1 a peroxid vodíka. V druhom kroku reaguje peroxid vodíka s vhodným chromogénnym substrátom. Reakcia je katalyzovaná enzýmom peroxidáza. Koncentrácia oxidovanej formy chromogénneho substrátu zodpovedá koncentrácii glukózy a stanoví sa spektrofotometricky. Reakcie prvého kroku sú nakreslené schémou:

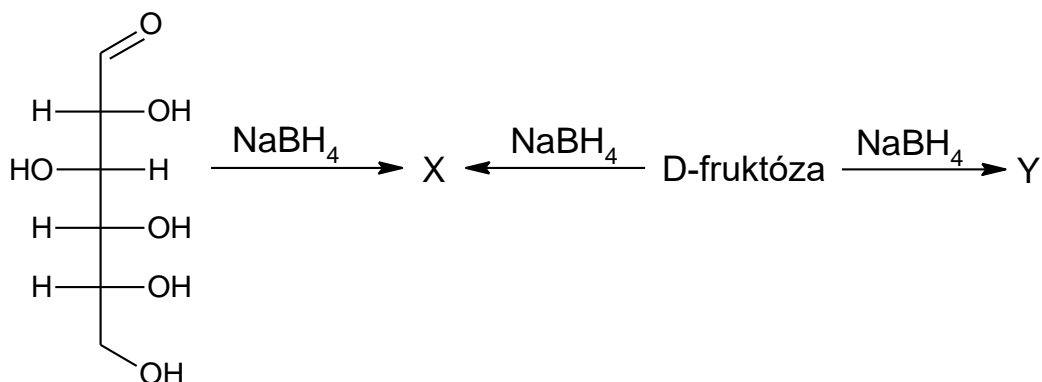


1.2 Nakreslite Haworthove vzorce α -D-glukopyranózy a β -D-glukopyranózy.

1.3 Nakreslite Haworthov vzorec a názov zlúčeniny D.

Monosacharidy môžeme aj redukovať. Redukciou glukózy vzniká jeden produkt X. Redukciou fruktózy vznikajú dva diastereoizomérne produkty X a Y.

1.4 V schéme nahradte písmená X a Y vzorcami produktov redukcie. Nakreslite Fischerov vzorec D-fruktózy.



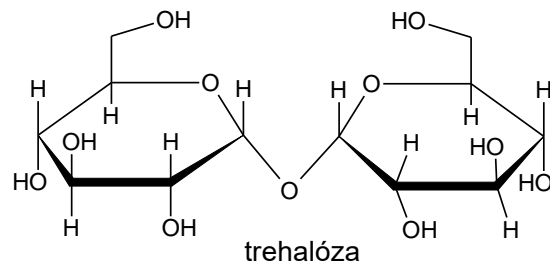
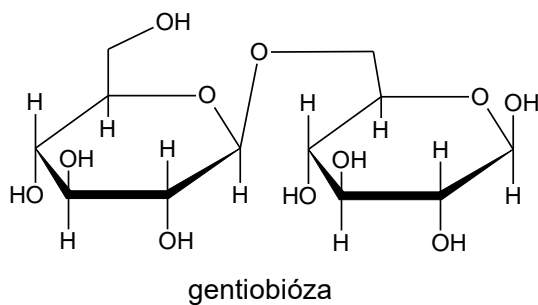
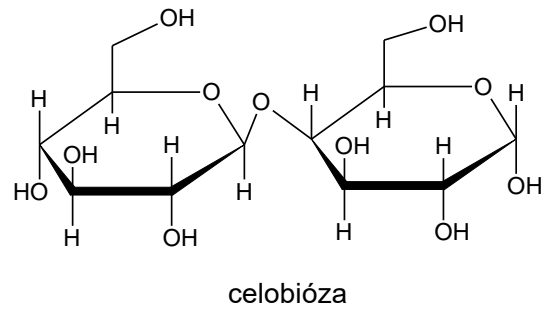
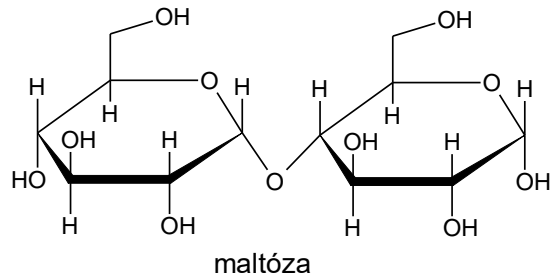
Úloha 2 (JUNIOR + SENIOR, 8b)

Glukóza je stálou súčasťou krvi v koncentrácii $4,5 - 5,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Vodný roztok glukózy sa vo forme infúzie používa na dodanie glukózy do organizmu, ak pacient nedokáže prijímať potravu a tekutiny prirodzenou cestou. Používa sa tiež na liečbu hypoglykémie a ako roztok na rozpúšťanie alebo riedenie iných liekov, ktoré budú podané vo forme infúzie. Roztok glukózy pre infúzie má podľa liekopisu obsahovať 10 g glukózy v 100 cm^3 roztoku.

2.1 Na analýzu sme dostali dva infúzne roztoky, označené A a B. Z každého roztoku sme odobrali 100 cm^3 a naplnili polarimetrickú trubicu dĺžky 20 cm. Namerali sme uhol otočenia $\alpha_A = + 9,48^\circ$, $\alpha_B = + 10,55^\circ$. Zistite, ktorý roztok spĺňa požiadavku liekopisu.

Uveďte postup riešenia. $[\alpha_{\text{glukóza}}]_D^{20} = 52,74^\circ$

Disacharidy sa skladajú z dvoch monosacharidov spojených glykozidovou väzbou. Na obrázku sú nakreslené vzorce disacharidov: maltóza, gentiobióza, celobióza, trehalóza.



2.2 Vo vzorcoch zakrúžkujte voľnú poloacetálovú hydroxylovú skupinu.

2.3 Disacharidy rozdeľte na redukujúce a neredukujúce.

Enzým emulzín štiepi β -glykozidovú väzbu, enzým maltáza štiepi α -glykozidovú väzbu.

2.4 Ktoré z disacharidov uvedených na obrázku štiepi enzým emulzín?

2.5 Doplňte chýbajúce slová:

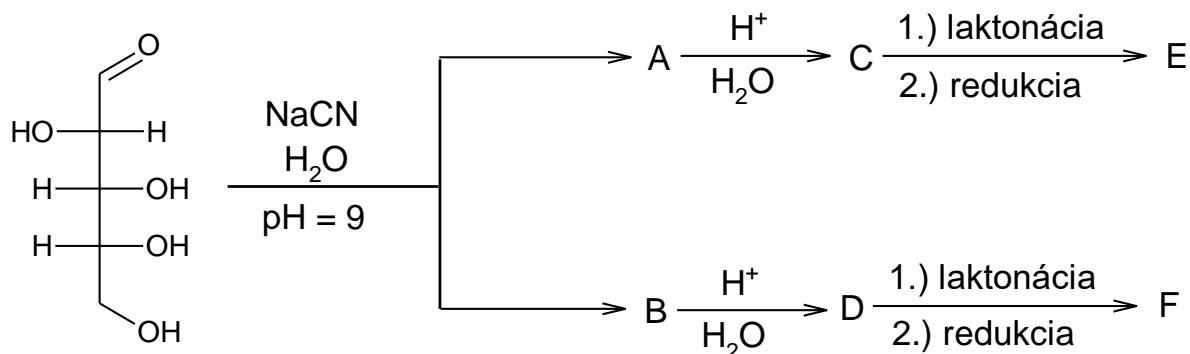
Zohrievaním disacharidu nad teplotu topenia sa vyrába hnedá tuhá látka príjemnej vône a chuti. Uvedenú látku nazývame Používa sa na výrobu cukríkov, čokolády, cukroviniek. Je dobre rozpustná vo vode na roztok, ktorý sa nazýva Používa sa na farbenie likérov, nealkoholických nápojov a octu.

Úloha 3 (SENIOR, 7b)

Najstaršia a najpoužívanejšia metóda predĺženia uhlíkového reťazca monosacharidov o jeden uhlík je Kilianiho-Fischerova metóda.

Adíciou kyanidového aniónu na aldózu vznikajú kyanhydríny, ktoré sa po hydrolýze menia na aldónové kyseliny, ktoré podliehajú spontánnej cyklizácii na laktóny. Redukciou laktónov aldónových kyselín vzniknú aldózy, ktoré majú o jeden uhlík viac ako pôvodná aldóza.

Ak je východiskovým monosacharidom D-arabínóza, Kilianiho-Fischerova reakcia prebieha podľa schémy



3.1 Nakreslite Fischerove vzorce zlúčenín A, B, C, D.

3.2 Produkty E, F sú priestorové izoméry, ktoré sa líšia polohou -OH skupiny na jednom chirálnom uhlíku. Ako nazývame tento typ izomérie?

3.3 Nakreslite Fischerove vzorce a pomenujte zlúčeniny E, F.

Študenti chceli na dni otvorených dverí demonštrovať dôkazové reakcie sacharidov. Každý pripravil roztok jedného sacharidu a činidla. Neskôr zistili, že vzorky sacharidov nie sú označené. Pripravili vzorky sacharidov: škrob, ribóza, maltóza, fruktóza, sacharóza. Vzorky sacharidov označili A, B, C, D, E a uskutočnili dôkazové reakcie.

Zistili, že vzorky B a E nereagujú s Fehlingovým činidlom.

Vzorka B poskytuje pozitívnu reakciu s Lugolovým roztokom.

Vzorky A, C, D reagujú s Tollensovým činidlom.

Vzorky D a E poskytujú pozitívnu reakciu so Selivanovým činidlom. Vzorka D reaguje rýchlejšie ako vzorka E.

Vzorka A reaguje s Bialovým činidlom za vzniku modrozeleného sfarbenia.

3.4 Pomôžte študentom a k písmenám A, B, C, D, E priradte názvy sacharidov.

ÚLOHY Z CHÉMIE PŘÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE
Chemická olympiáda – kategória EF – 61. ročník – školský rok 2024/2025

ŠKOLSKÉ KOLO

Počet bodov:

ODPOVEĎOVÝ HÁROK

Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

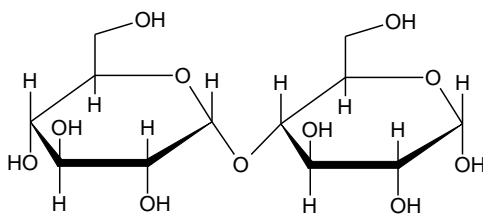
b

1.1	A	B	
	C		
1.2	α-D-glukopyranóza	β-D-glukopyranóza	

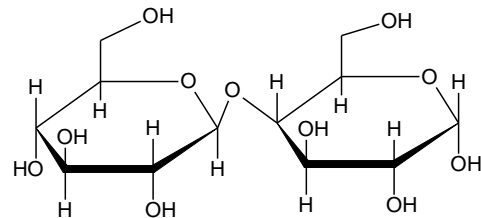
1.3	<p>Názov zlúčeniny D:</p> <p>Haworthov vzorec zlúčeniny D:</p>				
1.4	<p style="text-align: center;">X</p>	<p style="text-align: center;">Y</p>			
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="268 1077 802 1126" style="text-align: center;">Fischerov vzorec D-fruktózy</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1126 802 1523" style="height: 150px;"></td> </tr> </table>		Fischerov vzorec D-fruktózy		
Fischerov vzorec D-fruktózy					

2.1 Postup riešenia:

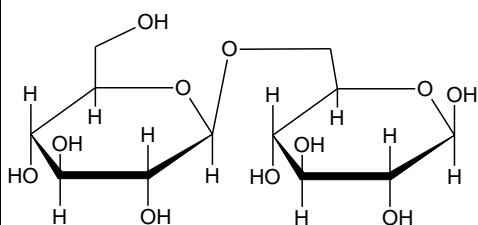
2.2



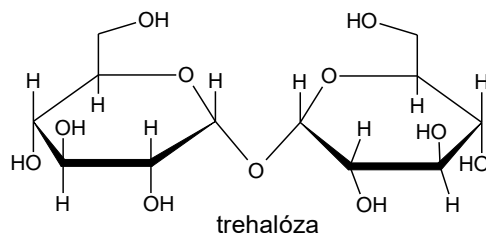
maltóza



celobióza



gentiobióza



trehalóza

2.3	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="268 215 798 264">Redukujúce disacharidy</th> <th data-bbox="798 215 1326 264">Neredukujúce disacharidy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="268 264 798 663"></td> <td data-bbox="798 264 1326 663"></td> </tr> </tbody> </table>	Redukujúce disacharidy	Neredukujúce disacharidy			
Redukujúce disacharidy	Neredukujúce disacharidy					
2.4						
2.5	<p>Doplňte chýbajúce slová:</p> <p>Zohrievaním disacharidu nad teplotu topenia sa vyrába hnedá tuhá látka príjemnej vône a chuti. Uvedenú látku nazývame Používa sa na výrobu cukríkov, čokolády, cukroviniek. Je dobre rozpustná vo vode na roztok, ktorý sa nazýva Používa sa na farbenie likérov, nealkoholických nápojov a octu.</p>					

ODPOVEĎOVÝ HÁROK – SENIOR

Úloha 3 (SENIOR, 7b)

b

3.1	Fischerove vzorce zlúčenín:	
	A	B
	C	D
3.2		
3.3	Fischerov vzorec a názov zlúčeniny E	Fischerov vzorec a názov zlúčeniny F

3.4

	Názov sacharidu
A	
B	
C	
D	
E	

ÚLOHY Z TECHNOLOGIE

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

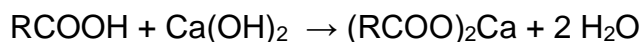
Školské kolo

Ing. Ľudmila Glosová

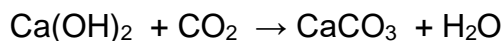
Maximálne 15 bodov
Doba riešenia: 45 minút

1. úloha (Junior) (10b)

Difúzna šťava získaná po extrakcii cukorných rezkov obsahuje okrem sacharózy aj organické kyseliny, ktoré je potrebné z roztoku odstrániť vyzrážaním vápenným mliekom. Vápenné mlieko (21% roztok hydroxidu vápenatého) sa pridáva v nadbytku.



Po vyzrážaní organických kyselín sa šťava prefiltruje a nadbytok vápenného mlieka sa odstraňuje **saturáciou** pridávaním oxidu uhličitého. Vzniká kal s 89% obsahom uhličitanu vápenatého.



Vypočítajte:

- Zapíšte chemickú rovnicu saturácie v stavovom tvare
- Množstvo CaCO_3 , ak sa za 1 deň získa 276 t kalu.
- Objem nadbytočného 21% Ca(OH)_2 , ktorý sa odstránil saturáciou, ak jeho hustota je $\rho(21\% \text{Ca(OH)}_2) = 1,13 \text{ g cm}^{-3}$
- Objem oxidu uhličitého, ktorý bol použitý pri saturácii, ak $p = 101\,325 \text{ Pa}$,
 $t = 25^\circ\text{C}$, $R = 8,314 \text{ J K mol}^{-1}$

2. úloha (Junior, Senior) (5b)

Po saturácii difúznej šťavy vzniká suspenzia, ktorú je nutné prefiltrovať. Pri filtrácii sa oddeľuje kal a získava sa tzv. **ľahká šťava**. Suspenzia pred filtráciou obsahovala 23% tuhej zložky a kvapalnú zložku, získaný kal obsahuje 92% tuhej zložky.

V kvapalnej zložke suspenzie je obsiahnutých 12% sacharózy.

Vypočítajte:

- Koľko ton kalu možno získať z 3000 t suspenzie.
- Koľko ton ľahkej šťavy vzniká ako filtrát.
- Množstvo sacharózy v tonách v suspenzii.

- d) Straty sacharózy v kale vyjadrené v kg, ak kvapalná zložka kalu obsahuje 0,4% sacharózy.

3.úloha (Senior) (10b)

V cukrovare sa denne spracuje 2000 kg ľahkej šťavy, ktorá obsahuje 16% sacharózy. Ľahká šťava sa zahusťuje v odparovačoch na koncentráciu 60%. Vyhrievanie sa uskutočňuje vodnou parou, ktorá prúdi rúrkovým výmenníkom vo vnútri odparovača. Vodná para odovzdáva teplo roztoku sacharózy, z ktorej sa voda zohrieva a vyparuje. Teplota roztoku sa mení z 30°C na teplotu varu vody 100°C.

($C_p(\text{H}_2\text{O}) = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, skupenské teplo vody $q_{\text{sk}}(\text{H}_2\text{O}) = 2255,5 \text{ kJ kg}^{-1}$)

Vypočítajte:

- Množstvo odparenej vody (v kg/deň) z roztoku sacharózy v odparovači a množstvo skoncentrovanej šťavy.
- Množstvo tepla potrebné na odparenie príslušného množstva vody v odparovači.

Potrebné údaje:

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,089 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaO}) = 56,079 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74,095 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$$

Autori: Ing. Daniel Vašš, Ing. Alena Olexová, Mgr. Ladislav Blaško,
Ing. Ľudmila Glosová, Bc. Matúš Tomášik

Recenzenti: Ing. Jozef Urban, Eva Jazmína Tomečková, Ing. Juraj Malinčík,
Patrik Hollý, Ing. Anna Ďuricová, PhD., Ing. Martina Gánovská,
Ing. Elena Kulichová

Redakčná úprava: Ing. Anna Ďuricová, PhD

Vydal: Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025