

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

- **Kategória EF**

Domáce kolo

- **RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH
ÚLOH**

RIEŠENIA ÚLOH Z ANALYTICKEJ PRAXE

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

Študijné kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 100 pomocných bodov = 50 bodov

1 pb = 0,5 b

Doba riešenia: bez časového obmedzenia

Bodové hodnotenie jednotlivých častí riešenia

Odporúčané bodové hodnotenie je orientačné a slúži na porovnanie súťažiacich pri ich výbere do ďalšieho súťažného kola.

Počet bodov	Časť riešenia
20 pb	<p>Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky:</p> <p>5 pb bezpečnosť a ochrana pri práci, hygiena práce v chemickom laboratóriu</p> <p>5 pb time management práce (rozvrhnutie časového fondu na jednotlivé úkony, vhodná voľba poradia riešenia úloh)</p> <p>10 pb technika práce v laboratóriu (príprava roztokov, diferenčné váženie, meranie objemu kvapalín, úprava vzoriek, technika titrácie, prevedenie enzýmovej reakcie, spektrofotometrické stanovenie koncentrácie, dodržiavanie predpísaných reakčných časov, filtrácia za zníženého tlaku a pod.)</p> <p><i>Pozn.: Presnosť stanovenia sa v prípade potravinových vzoriek nehodnotí, nakoľko výsledky sa môžu značne líšiť v závislosti na podmienkach stanovenia a zároveň neexistuje žiadna zaručená referencia, na základe ktorej by bolo možné presnosť stanovenia hodnotiť.</i></p>
80 pb	<p>Riešenie úloh v odpovedovom hárku zohľadňujúce vykonané operácie, správnosť výpočtov a vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov. Body sa udelia na základe autorského riešenia úloh. V prípade, ak súťažiaci uvedie spôsob riešenia odlišný, aký je uvedený v autorskom riešení, ale toto riešenie je principiálne správne, body sa mu udelia v plnom rozsahu.</p>
100 pb	Celková suma bodov

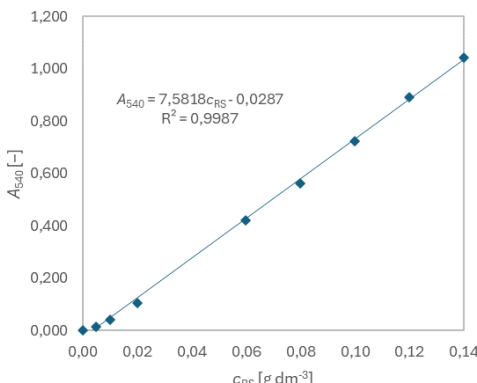
AUTORSKÉ RIEŠENIE ODPOVEĎOVÉHO HÁRKA Z ANALYTICKEJ PRAXE

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

Študijné kolo

Škola:			
Meno súťažiaceho:			
Počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:	
Úloha A			
A1.1.	1 pb	Výpočet hmotnosti pentahydrátu tiosíranu sodného ($M_r(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 248,17$): $m_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{OR}} \cdot V_{\text{OR}} \cdot M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 248,17 \text{ g mol}^{-1}$ $= 6,2043 \text{ g}$	
A1.2.	0,5 pb	Navážená hmotnosť KIO_3	$m(\text{KIO}_3) =$
	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice prebiehajúceho deja v iónovom tvare: $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$	
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie I_2 v štandardnom roztoku ($M_r(\text{KIO}_3) = 214,001$): $c_{\text{I}_2} = 3 \cdot \frac{m_{\text{KIO}_3}}{M_{\text{KIO}_3} \cdot V_R} = 3 \cdot \frac{m_{\text{KIO}_3}}{214,001 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,2 \text{ dm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
A2.1.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného: Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)	
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{\text{OR}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) =$ Hodnotí sa vylúčenie odľahlých hodnôt a výpočet aritmetického priemeru.	
A2.2.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri štandardizácii: $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$	
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku tiosíranu sodného: $c_{\text{OR}} = 2 \cdot c_{\text{I}_2} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{OR}}} = 2 \cdot c_{\text{I}_2} \cdot \frac{0,05 \text{ dm}^3}{V_{\text{OR}}} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
Úloha B			
B1.2.	0,5 pb	Navážená hmotnosť vzorky datlí	$m(\text{vzorka}) =$
Úloha C			
C1.4.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice inverzie sacharózy: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	

	0,5 pb	Vzorový výpočet reakčného času t_R pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu: $t_R = t_{R,stop} - t_{R,štart} = \dots \text{ min}$											
	0,5 pb	Vzorový výpočet počiatočnej koncentrácie substrátu v objeme reakčnej zmesi: $c_{S0} = c_{S,Z} \cdot \frac{V_S}{V_{RZ}} = 2 \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{580 \mu\text{l}}{960 \mu\text{l}} = 1,2083 \text{ mol dm}^{-3}$ <i>alebo iná zvolená počiatočná koncentrácia...</i>											
		Celkový objem reakčnej zmesi					$V_{RZ} = 960 \mu\text{l}$						
6 pb			1	2	3								
	$V(\text{pufor}) / \mu\text{l}$		200	200	200								
	$V(\text{substrát}) / \mu\text{l}$		580	600	720								
	$V(\text{dH}_2\text{O}) / \mu\text{l}$		170	150	30								
	$V(\text{enzým}) / \mu\text{l}$		10	10	10								
	$c_{S0} / \text{mol dm}^{-3}$		1,2083	1,2500	1,5000								
	$t_{R,štart} / \text{min}$		1.		1.		1.		1.		1.		
			2.		2.		2.		2.		2.		
			3.		3.		3.		3.		3.		
	$t_{R,stop} / \text{min}$		1.		1.		1.		1.		1.		
			2.		2.		2.		2.		2.		
			3.		3.		3.		3.		3.		
	t_R / min		1.		1.		1.		1.		1.		
			2.		2.		2.		2.		2.		
		3.		3.		3.		3.		3.			
	<i>Každý vyplnený údaj à 0,2 pb (max. 6 pb)</i>												
C2.3.	0,5 pb	Vzorový výpočet presnej koncentrácie ľubovoľného kalibračného roztoku: $c_{RS} = c_{RS,Z} \cdot \frac{V_{RS}}{V_{celk}} = 9 \text{ g dm}^{-3} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3}{1,8 \text{ cm}^3} = 0,005 \text{ g dm}^{-3}$ <i>alebo výpočet koncentrácie RS pre iný zvolený kalibračný roztok ...</i>											
	4 pb		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		$V(\text{šT}) / \mu\text{l}$	0	1	2	4	8	12	16	20	24	28	
		$V(\text{dH}_2\text{O}) / \mu\text{l}$	40	39	38	36	32	28	24	20	16	12	
		$V_{DNS} / \mu\text{l}$	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	
		inkubovať 5 minút pri teplote 100 °C											
		$V(\text{dH}_2\text{O}) / \text{cm}^3$	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
		$c_{RS} / \text{g dm}^{-3}$	0	0,005	0,010	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120	0,140	
		$A_{540\text{nm}}$											
			<i>Každý vyplnený údaj à 0,2 pb (max. 4 pb)</i>										

C2.4.	3 pb	Priložená kalibračná závislosť pre stanovenie redukujúcich sacharidov podľa Millera: <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Body sa udelia za akúkoľvek správne nameranú lineárnu závislosť.</i></p>																																																		
C2.5. a C2.6.	3 pb	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 1</th> <th>$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 2</th> <th>$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">$A_{540\text{nm}} / -$</td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 1	$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 2	$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 3	$A_{540\text{nm}} / -$	1.		1.		1.		2.		2.		2.		3.		3.		3.		Každý vyplnený údaj à 0,25 pb (max. 3 pb)																							
	$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 1	$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 2	$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 3																																														
$A_{540\text{nm}} / -$	1.		1.		1.																																															
	2.		2.		2.																																															
	3.		3.		3.																																															
C2.7.	1,75 pb	Vzorový výpočet koncentrácie produktu (invertu) v pôvodnom objeme reakčnej zmesi pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$): <ul style="list-style-type: none"> $c_{RS,stan.}$ (g dm^{-3}) v alikvotnom podiele použitom na spektrofotometrické stanovenie ($2 \mu\text{l}$) sa odčíta z predpisu kalibračnej závislosti. (0,5 pb) $c_{RS,kontrola.}$ (g dm^{-3}) v alikvotnom podiele použitom na spektrofotometrické stanovenie ($2 \mu\text{l}$) sa odčíta z predpisu kalibračnej závislosti. (0,5 pb) $c_{P/RZ} = \frac{c_{RS,stan.} - c_{RS,kontrola.}}{M_{Glc/Fru}} \cdot \frac{V_{RZ/stan.}}{V_{stan.}} = \frac{c_{RS,stan.} - c_{RS,kontrola.}}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{1,8 \text{ cm}^3}{2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3} \text{ (0,75 pb)}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 1</th> <th>$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 2</th> <th>$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$</th> <th>kontrola 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">$c_{RS} / \text{g dm}^{-3}$</td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">$c_{PIRZ} / \text{mol dm}^{-3}$</td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> <td>1.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> <td>2.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> <td>3.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Každý vyplnený údaj à 0,25 pb (max. 5,25 pb)</i></p>							$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 1	$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 2	$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 3	$c_{RS} / \text{g dm}^{-3}$	1.		1.		1.		2.		2.		2.		3.		3.		3.		$c_{PIRZ} / \text{mol dm}^{-3}$	1.		1.		1.		2.		2.		2.		3.		3.		3.	
	$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 1	$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 2	$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	kontrola 3																																														
$c_{RS} / \text{g dm}^{-3}$	1.		1.		1.																																															
	2.		2.		2.																																															
	3.		3.		3.																																															
$c_{PIRZ} / \text{mol dm}^{-3}$	1.		1.		1.																																															
	2.		2.		2.																																															
	3.		3.		3.																																															
C3.1. a C3.2.	0,5 pb	Vzorový výpočet koncentrácie zreagovaného množstva sacharózy pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu: $c_{S,r} = \frac{1}{2} \cdot c_{P/RZ} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$																																																		
	0,5 pb	Vzorový výpočet špecifickej enzýmovej aktivity pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu: $EA_s = \frac{c_{S,r}}{t_R} \cdot \frac{V_{RZ}}{V_{EP}} \cdot 10 = \frac{c_{S,r}}{t_R} \cdot \frac{960 \mu\text{l}}{10 \mu\text{l}} \cdot 10 = \dots \text{ mol min}^{-1} \text{ dm}^{-3}$																																																		

			$c_{S0,1} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	$c_{S0,2} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	$c_{S0,3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$
4,5 pb	$c_{S,r} / \text{ mol dm}^{-3}$	1.	1.	1.	1.
		2.	2.	2.	2.
		3.	3.	3.	3.
	$EA_s / \text{ mol min}^{-1} \text{ dm}^{-3}$	1.	1.	1.	1.
		2.	2.	2.	2.
		3.	3.	3.	3.
<i>Každý vyplnený údaj à 0,25 pb (max. 4,5 pb)</i>					
0,5 pb	Priemerná špecifická enzýmová aktivita	$EA_s(\text{avg}) = (\text{približne } 2 - 3 \text{ mol min}^{-1} \text{ dm}^{-3})$			
Úloha D					
D1.5.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
D1.6.	0,5 pb	Spotreba OR na slepý pokus:	$V_{SP} =$		
D1.7.	0,5 pb	Vzorový výpočet ekvivalentného objemu V_{ekv} pre ľubovoľné stanovenie: $V_{ekv} = \frac{(V_{SP} - V_{ST})}{0,1} \cdot c_{OR} = \dots \text{ dm}^3$ <i>Pozn.: Hodnoty spotrieb je potrebné dosadiť v dm^3.</i>			
		1,5 pb	Ekvivalentný objem odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x ekvivalentný objem à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>		
D1.8.	1,5 pb	Odčítaná hmotnosť redukujúcich sacharidov v alikvotnom podiele vzorky: <i>Hodnotí sa 3 x odčítaná hmotnosť RS à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	2 pb	Výpočet priemernej hmotnosti redukujúcich sacharidov pred inverziou v 100 g vzorky sušených datlí: <i>Z odčítaných hmotností RS v alikvotnom podiele vzorky sa vypočíta aritmetický priemer $m_{RS,alikvot.}(avg)$.</i>			
$m_{RS}(avg) = m_{RS,alikvot.}(avg) \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{25 \text{ cm}^3} \cdot \frac{250 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \dots \text{ g}$					
Priemerná hmotnosť RS v 100 g vzorky:		$m_{RS}(avg) =$			
D2.3.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
D2.4.	1,5 pb	Ekvivalentný objem odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x ekvivalentný objem à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			

	1,5 pb	Odčítaná hmotnosť redukujúcich sacharidov v alikvotnom podiele vzorky: <i>Hodnotí sa 3 x odčítaná hmotnosť RS à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	2 pb	Výpočet priemernej hmotnosti redukujúcich sacharidov po inverzii v 100 g vzorky sušených datlí: $m_{RS,i}(avg) = m_{RSi,alivot.}(avg) \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{25 \text{ cm}^3} \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} \cdot \frac{250 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \dots \text{ g}$			
		Priemerná hmotnosť RS v 100 g vzorky:	$m_{RS,i}(avg) =$		
	2 pb	Výpočet obsahu sacharózy v 100 g vzorky sušených datlí ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$; $M_r(\text{sacharóza}) = 342,3$): $m_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{M_{Glc/Fru}} \cdot M_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}$ $= \dots \text{ g}$			
		Hmotnosť sacharózy v 100 g vzorky:	$m_{sacharóza} =$		
D2.5.	1 pb	Výpočet celkového obsahu cukrov na 100 g sušených datlí: $m_{cukry} = m_{RS}(avg) + m_{sacharóza} = \dots \text{ g}$ <i>Celková hmotnosť cukrov je rovná súčtu hmotnosti RS pred inverziou a hmotnosti sacharózy.</i>			
		Obsah cukrov v 100 g sušených datlí:	$m_{cukry} =$		
D3.1.	1,5 pb	Výpočet potrebného objemu 10-násobne zriedeného enzýmového preparátu: <i>Vypočíta sa látkové množstvo sacharózy v alikvotnom podiele roztoku vzorky na inverziu</i> $n_{sach.,inverzia} = \frac{m_{sacharóza} \cdot m_{vzorka}}{100 \cdot M_{sacharóza}} \cdot \frac{20 \text{ cm}^3}{250 \text{ cm}^3} \cdot \frac{50 \text{ cm}^3}{200 \text{ cm}^3} = \frac{m_{sacharóza} \cdot m_{vzorka}}{100 \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{20 \text{ cm}^3}{250 \text{ cm}^3} \cdot \frac{50 \text{ cm}^3}{200 \text{ cm}^3}$ $= \dots \text{ mol}$ <i>1 liter 10-násobne zriedeného enzýmového preparátu premení za 30 minút $EA_{\xi} \cdot 30 \text{ min} \cdot \frac{1}{10} \text{ mol}$ sacharózy.</i> $V_E = \frac{n_{sach.,inverzia}}{EA_{\xi} \cdot 30 \text{ min} \cdot 1/10} = \dots \text{ dm}^3$			
		0,5 pb	Objem enzýmu použitý na inverziu:	$V_E =$	
D3.3.	1,5 pb	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
D3.4.	1,5 pb	Ekvivalentný objem odmerného roztoku tiosíranu sodného: <i>Hodnotí sa 3 x ekvivalentný objem à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	1,5 pb	Odčítaná hmotnosť redukujúcich sacharidov v alikvotnom podiele vzorky: <i>Hodnotí sa 3 x odčítaná hmotnosť RS à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			

	2 pb	Výpočet priemernej hmotnosti redukujúcich sacharidov po inverzii v 100 g vzorky sušených datlí: $m_{RS,i}(avg) = m_{RSi,alivot.}(avg) \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{25 \text{ cm}^3} \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} \cdot \frac{250 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \dots \text{ g}$	
		Priemerná hmotnosť RS v 100 g vzorky:	$m_{RS,i}(avg) =$
	2 pb	Výpočet obsahu sacharózy v 100 g vzorky sušených datlí ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$; $M_r(\text{sacharóza}) = 342,3$): $m_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{M_{Glc/Fru}} \cdot M_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}$ $= \dots \text{ g}$	
		Hmotnosť sacharózy v 100 g vzorky:	$m_{sacharóza} =$
D3.5.	1 pb	Výpočet celkového obsahu cukrov na 100 g sušených datlí: $m_{cukry} = m_{RS}(avg) + m_{sacharóza} = \dots \text{ g}$ <i>Celková hmotnosť cukrov je rovná súčtu hmotnosti RS pred inverziou a hmotnosti sacharózy.</i>	
		Obsah cukrov v 100 g sušených datlí:	$m_{cukry} =$
	0,5 pb	Porovnanie výsledkov: <i>Uvedie sa slovné zhodnotenie a porovnanie výsledkov dosiahnutých metódou kyslej a enzýmovej hydrolýzy v rozsahu niekoľkých viet. Je vhodné sa zamerať najmä na presnosť výsledkov dosiahnutých jednotlivými metódami, ako aj zhodnotiť možné príčiny nepresnosti jednotlivých metód.</i>	
D4.4.	0,5 pb	Hmotnosť téglíka:	$m_{frita} =$
D4.6.	0,5 pb	Hmotnosť téglíka so zachyteným Cu_2O :	$m_{frita+zrazenina} =$
	0,5 pb	Hmotnosť Cu_2O :	$m_{oxid \text{ meďný}} =$
	2 pb	Výpočet ekvivalentného množstva Cu ($M_r(\text{Cu}) = 63,546$; $M_r(\text{Cu}_2\text{O}) = 143,091$): $w_{Cu/Cu_2O} = \frac{2 \cdot M_r(\text{Cu})}{M_r(\text{Cu}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 63,546}{143,091} = 0,882$ $m_{Cu} = w_{Cu/Cu_2O} \cdot m_{Cu_2O} = 0,882 \cdot m_{Cu_2O} = \dots \text{ g}$	
D4.7.	0,5 pb	Odčítaná hmotnosť RS pred inverziou:	$m_{RS} =$
D4.8.	0,5 pb	Hmotnosť téglíka:	$m_{frita} =$
D4.9.	0,5 pb	Hmotnosť téglíka so zachyteným Cu_2O :	$m_{frita+zrazenina} =$
	0,5 pb	Hmotnosť Cu_2O :	$m_{oxid \text{ meďný}} =$
	2 pb	Výpočet ekvivalentného množstva Cu ($M_r(\text{Cu}) = 63,546$; $M_r(\text{Cu}_2\text{O}) = 143,091$): $w_{Cu/Cu_2O} = \frac{2 \cdot M_r(\text{Cu})}{M_r(\text{Cu}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 63,546}{143,091} = 0,882$ $m_{Cu} = w_{Cu/Cu_2O} \cdot m_{Cu_2O} = 0,882 \cdot m_{Cu_2O} = \dots \text{ g}$	
	0,5 pb	Odčítaná hmotnosť RS po inverzii:	$m_{RS,i} =$

	2 pb	Výpočet obsahu sacharózy v 100 g vzorky sušených datlí ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$; $M_r(\text{sacharóza}) = 342,3$): $m_{\text{sacharóza}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(\text{avg}) - m_{RS}(\text{avg})}{M_{\text{Glc/Fru}}} \cdot M_{\text{sacharóza}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(\text{avg}) - m_{RS}(\text{avg})}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}$ $= \dots \text{ g}$	
		Hmotnosť sacharózy v 100 g vzorky:	$m_{\text{sacharóza}} =$
D4.	1 pb	Výpočet celkového obsahu cukrov na 100 g sušených datlí: $m_{\text{cukry}} = m_{RS}(\text{avg}) + m_{\text{sacharóza}} = \dots \text{ g}$ <i>Celková hmotnosť cukrov je rovná súčtu hmotnosti RS pred inverziou a hmotnosti sacharózy.</i>	
		Obsah cukrov v 100 g sušených datlí:	$m_{\text{cukry}} =$
10.	0,5 pb	Porovnanie výsledkov: <i>Uvedie sa slovné zhodnotenie a porovnanie výsledkov dosiahnutých oboma metódami v rozsahu niekoľkých viet. Je vhodné sa zamerať najmä na presnosť výsledkov dosiahnutých jednotlivými metódami, ako aj zhodnotiť možné príčiny nepresnosti jednotlivých metód.</i>	

AUTORSKÉ RIEŠENIE DOPLNKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

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

Študijné kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 40 pomocných bodov = 10 bodov

1 pb = 0,25 b

Doba riešenia: bez časového obmedzenia

Poznámka k hodnoteniu: V prípade, ak súťažiaci uvedie spôsob riešenia odlišný, ako je uvedený v autorskom riešení, ale toto riešenie je principiálne správne, body sa mu udedia v plnom rozsahu podľa nižšie uvedenej tabuľky.

Škola:		
Meno súťažiaceho:		
Počet pridelených bodov:	Podpis hodnotiteľa:	
Úloha 1		
1.1.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri štandardizácii: $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{PbY}^{2-} + 2 \text{H}^+$
	2 pb	Výpočet koncentrácie štandardného roztoku $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $c_{\text{ST}} = \frac{m_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}}{M_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} \cdot V_R} = \frac{0,3279 \text{ g}}{331,2 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,05 \text{ dm}^3} = 0,0198 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (1 pb)}$ Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku chelátónu 3 $c_{\text{OR}} = c_{\text{ST}} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{OR}}} = 0,0198 \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{0,01 \text{ dm}^3}{0,0101 \text{ dm}^3} = 0,0196 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (1 pb)}$
1.2.	2 pb	Zápis stechiometrických rovníc prebiehajúcich dejov: $2 \text{Cu}_2\text{O} + 10 \text{HNO}_3 \rightarrow 4 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{NO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{CuY}^{2-} + 2 \text{H}^+$
1.3.	1 pb	Výpočet ekvivalentného objemu odmerného roztoku chelátónu 3: $V_{\text{ekv}} = \frac{(V_{\text{ST}} - V_{\text{SP}})}{0,02} \cdot c_{\text{OR}} = \frac{(15 \text{ cm}^3 - 0,1 \text{ cm}^3)}{0,02} \cdot 0,0196 \text{ mol dm}^{-3} = 14,6 \text{ cm}^3$
	1 pb	Odčítaná hmotnosť RS pred inverziou: $m_{\text{RS}} = 11,39 \text{ mg}$
1.4.	1 pb	Výpočet ekvivalentného objemu odmerného roztoku chelátónu 3: $V_{\text{ekv}} = \frac{(V_{\text{ST}} - V_{\text{SP}})}{0,02} \cdot c_{\text{OR}} = \frac{(9,8 \text{ cm}^3 - 0,1 \text{ cm}^3)}{0,02} \cdot 0,0196 \text{ mol dm}^{-3} = 9,5 \text{ cm}^3$
	1 pb	Odčítaná hmotnosť RS po inverzii: $m_{\text{RS},i} = 7,43 \text{ mg}$

		<p>Výpočet obsahu sacharózy v 100 g vzorky jahodového džemu:</p> $m_{RS/p\acute{o}v.} = m_{RS} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 11,39 \text{ mg} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 1139 \text{ mg (0,5 pb)}$ $m_{RS,i/p\acute{o}v.} = m_{RS,i} \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 7,43 \text{ mg} \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 1486 \text{ mg (0,5 pb)}$ $m_{sach./p\acute{o}v.} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(m_{RS,i/p\acute{o}v.} - m_{RS/p\acute{o}v.})}{M_{Glc/Fru}} \cdot M_{sachar\acute{o}za} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1486 \text{ mg} - 1139 \text{ mg})}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1} = 329,65 \text{ mg (2 pb)}$ $m_{sach./100 \text{ g}} = \frac{m_{sach./p\acute{o}v.}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \frac{329,65 \text{ mg}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{2,37 \text{ g}} = 13,91 \text{ g (1 pb)}$
		<p>Hmotnosť sacharózy v 100 g vzorky: $m_{sachar\acute{o}za} = 13,91 \text{ g}$</p>
1.5.	1 pb	<p>Výpočet celkového obsahu cukrov na 100 g jahodového džemu:</p> $m_{cukry} = \frac{(m_{RS/p\acute{o}v.} + m_{sach./p\acute{o}v.})}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \frac{(1139 \text{ mg} + 329,65 \text{ mg})}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{2,37 \text{ g}} = 61,97 \text{ g}$
		<p>Obsah cukrov v 100 g džemu: $m_{cukry} = 61,97 \text{ g}$</p>
1.6.	6 pb	<p>Výpočet použitého množstva sacharózy:</p> <p>Ovocný podiel tvorí 50 % zo 100 g džemu = 50 g.</p> <p>Obsah sacharidov v jahodách je $m_{RS,jahody} = \frac{4,9 \text{ g}}{2} = 2,45 \text{ g (1 pb)}$</p> <p>Hmotnosť RS ekvivalentná zhydrolyzovanej sacharóze sa vypočíta ako</p> $m_{RS/100 \text{ g}} = \frac{m_{RS/p\acute{o}v.}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} - m_{RS,jahody} = \frac{1139 \text{ mg}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{2,37 \text{ g}} - 2,45 \text{ g} = 45,61 \text{ g (1 pb)}$ <p>Hmotnosť zhydrolyzovanej sacharózy sa vypočíta ako</p> $m_{sach.,i} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS/100 \text{ g}}}{M_{Glc/Fru}} \cdot M_{sachar\acute{o}za} = \frac{1}{2} \cdot \frac{45,61 \text{ g}}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1} = 43,33 \text{ g (1 pb)}$ <p>Celkové množstvo použitej sacharózy je rovné</p> $m_{sach.} = m_{sach.,i} + \frac{m_{sach./p\acute{o}v.}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = 43,33 \text{ g} + \frac{329,65 \text{ mg}}{1000} \cdot \frac{100 \text{ g}}{2,37 \text{ g}} = 57,24 \text{ g (2 pb)}$ <p>Percento zhydrolyzovanej sacharózy sa vypočíta nasledovne</p> $\% = \frac{m_{sach.,i}}{m_{sach.}} \cdot 100 \% = \frac{43,33 \text{ g}}{57,24 \text{ g}} \cdot 100 \% = 75,7 \% (1 \text{ pb})$
		<p>% zhydrolyzovanej sacharózy: $\% = 75,7 \%$</p>
Úloha 2		
2.1.	1 pb	<p>Zápis stechiometrickej rovnice inverzie sacharózy:</p> $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$
2.2.	3 pb	<p>Výpočet obsahu sacharózy a glukózy v 100 cm³ roztoku vzorky:</p> <p>Všeobecný tvar závislosti otáčavosti roztoku A na dĺžke trubice a koncentrácii prítomných sacharidov a číselné vyjadrenie (0,5 pb)</p> $\alpha_A = l \cdot \left([\alpha_S]_D^{20} \cdot \frac{m_S}{100} + [\alpha_G]_D^{20} \cdot \frac{m_G}{100} \right)$ $1,13^\circ = 2,00 \text{ dm} \cdot \left(66,5^\circ \cdot \frac{m_S}{100} + 52,8^\circ \cdot \frac{m_G}{100} \right)$

		<p>Všeobecný tvar závislosti otáčavosti roztoku A na dĺžke trubice a koncentracii prítomných sacharidov a číselné vyjadrenie (0,5 pb)</p> $\alpha_B = l \cdot \left([\alpha_I]_D^{20} \cdot \frac{m_I}{100} + [\alpha_G]_D^{20} \cdot \frac{m_G}{100} \right)$ $-0,16^\circ = 2,00 \text{ dm} \cdot \left(-20,1^\circ \cdot \frac{m_I}{100} + 52,8^\circ \cdot \frac{m_G}{100} \right)$				
		<p>Vyjadrenie hmotnosti invertu m_I a dosadenie do vzťahu pre otáčavosť roztoku B (0,5 pb)</p> $m_I = \frac{M_r(I)}{M_r(S)} \cdot m_S = \frac{360,32}{342,3} \cdot m_S$ $-0,16^\circ = 2,00 \text{ dm} \cdot \left(-20,1^\circ \cdot \frac{360,32/342,3 \cdot m_S}{100} + 52,8^\circ \cdot \frac{m_G}{100} \right)$ <p>Vzájomné odčítanie predošlých vzťahov a vyjadrenie hmotnosti sacharózy (glukózy) (0,5 pb)</p> <p>Výpočet hmotnosti sacharózy a glukózy (à 0,5 pb)</p> $m_S = 0,7358 \text{ g} \text{ a } m_G = 0,1434 \text{ g}$				
2.3.	3 pb	<p>Výpočet hmot. % sacharózy a glukózy v alikvotnom podiele vzorky:</p> <p>Výpočet hmotnosti sacharózy (glukózy) v alikvotnom objeme roztoku vzorky (à 0,5 pb)</p> $m_{S,alivkot.} = m_S \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 0,7358 \text{ g} \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 2,9432 \text{ g}$ $m_{G,alivkot.} = m_G \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 0,1434 \text{ g} \cdot \frac{200 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 0,5736 \text{ g}$ <p>Výpočet hmot. % sacharózy a glukózy v alikvotnom podiele roztoku vzorky (à 1 pb)</p> $w_S = \frac{m_{S,alivkot.}}{V_{alivkot.} \cdot \rho} \cdot 100 \% = \frac{2,9432 \text{ g}}{25 \text{ cm}^3 \cdot 1,020 \text{ g cm}^{-3}} \cdot 100 \% = 11,54 \%$ $w_G = \frac{m_{G,alivkot.}}{V_{alivkot.} \cdot \rho} \cdot 100 \% = \frac{0,5736 \text{ g}}{25 \text{ cm}^3 \cdot 1,020 \text{ g cm}^{-3}} \cdot 100 \% = 2,25 \%$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Hmotnostné percento sacharózy:</td> <td>%sacharóza = 11,54 %</td> </tr> <tr> <td>Hmotnostné percento glukózy:</td> <td>%glukóza = 2,25 %</td> </tr> </table>	Hmotnostné percento sacharózy:	%sacharóza = 11,54 %	Hmotnostné percento glukózy:	%glukóza = 2,25 %
Hmotnostné percento sacharózy:	%sacharóza = 11,54 %					
Hmotnostné percento glukózy:	%glukóza = 2,25 %					
2.4.	1 pb	<p>Výpočet hmotnostnej koncentrácie cukrov v 1 litri sladkého vína:</p> $c_{cukry} = \frac{m_{S,alivkot.} + m_{G,alivkot.}}{V_{alivkot.}} = \frac{2,9432 \text{ g} + 0,5736 \text{ g}}{0,025 \text{ dm}^3} = 140,67 \text{ g dm}^{-3}$				
2.5.	2 pb	<p>Výpočet hmot. % sacharózy podľa Clergeta:</p> <p>Výpočet hodnôt otáčavostí roztokov A a B pre dosadenie do Clergetovho vzťahu (à 0,5 pb)</p> $\alpha_A = 2,33^\circ \cdot 2,8885 \cdot 2 = 13,46^\circ \text{S}$ $\alpha_B = -0,33^\circ \cdot 2,8885 \cdot 2 = -1,90^\circ \text{S}$ <p>Výpočet hmot. % sacharózy podľa Clergeta (1 pb)</p> $w\% = \frac{100 \cdot (\alpha_A - \alpha_B)}{133,5} = \frac{100 \cdot (13,46^\circ \text{S} - (-1,90^\circ \text{S}))}{133,5} = 11,5 \%$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Hmotnostné percento sacharózy:</td> <td>%sacharóza = 11,5 %</td> </tr> </table>	Hmotnostné percento sacharózy:	%sacharóza = 11,5 %		
Hmotnostné percento sacharózy:	%sacharóza = 11,5 %					

Úloha 3

3.1. a 3.2.	4 pb	Vzorový výpočet počiatočnej koncentrácie substrátu v reakčnej zmesi pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu:										
		$c_{S0,2} = c_{S,z} \cdot \frac{V_S}{V_{RZ}} = 0,5 \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{45 \mu\text{l}}{900 \mu\text{l}} = 0,025 \text{ mol dm}^{-3}$										
		Vzorový výpočet reakčnej rýchlosti pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu:										
		$r_{P,2} = \frac{c_{P,2}}{t_{R,2}} = \frac{0,0248 \text{ mol dm}^{-3}}{29,832 \text{ min}} = 8,313 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		$V_S / \mu\text{l}$	0	45	90	225	270	315	450	585	675	720
		$V_{\text{H}_2\text{O}} / \mu\text{l}$	720	675	630	495	450	405	270	135	45	0
		$c_{S0} / \text{mol dm}^{-3}$	0	0,025	0,050	0,125	0,150	0,175	0,250	0,325	0,375	0,400
t_R / min	30,053	29,832	30,205	28,366	29,021	30,080	30,010	30,011	30,260	29,630		
$c_P / \text{mol dm}^{-3}$	0	0,0248	0,0456	0,0515	0,0539	0,0568	0,0585	0,0595	0,0604	0,0593		
$r_P / \text{mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} (\cdot 10^{-3})$	0	0,8313	1,511	1,817	1,858	1,889	1,948	1,981	1,996	2,002		
<i>Každý vyplnený údaj à 0,2 pb (max. 4 pb)</i>												
3.3.	1 pb	Priložená závislosť rýchlosti enzýmovej reakcie na počiatočnej koncentrácii substrátu:										
		<i>Pozn.: Odčítané hodnoty v_{max} a K_M sa nemusia presne zhodovať s autorským riešením. Body sa pridelia za správne odčítané parametre vo vyhotovenej grafickej závislosti.</i>										
	1 pb	Odčítaná hodnota v_{max} :									$v_{\text{max}} = 0,002055 \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$	
	1 pb	Odčítaná hodnota K_M :									$K_M = 0,0197 \text{ mol dm}^{-3}$	
3.4.	1 pb	Výpočet špecifickej enzýmovej aktivity:										
$EA_s = v_{\text{max}} \cdot \frac{V_{RZ}}{V_{EP}} = 0,002055 \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} \cdot \frac{900 \mu\text{l}}{80 \mu\text{l}} = 0,0231 \text{ mol min}^{-1} \text{ dm}^{-3}$												

3.5.	2 pb	<p>Výpočet hmotnosti suchého enzýmu:</p> <p><i>Látkové množstvo sacharózy, ktoré je potrebné zinvertovať (1 pb)</i></p> $n_{\text{sacharóza}} = \frac{c_R \cdot V_R}{M_{\text{sacharóza}}} = \frac{500 \text{ g dm}^{-3} \cdot 10 \text{ dm}^3}{342,3 \text{ g mol}^{-1}} = 14,607 \text{ mol}$ <p>1 liter enzýmového preparátu s koncentráciou $c = 10 \text{ g dm}^{-3}$ premení za 2 hodiny $EA_{\xi} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min}$ mol sacharózy (2,772 mol).</p> $V_{EP} = \frac{n_{\text{sacharóza}}}{EA_{\xi} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{14,607 \text{ mol}}{2,772 \text{ mol dm}^{-3}} = 5,27 \text{ dm}^3 \text{ (0,5 pb)}$ $m_E = c_{EP} \cdot V_{EP} = 10 \text{ g dm}^{-3} \cdot 5,27 \text{ dm}^3 = 52,7 \text{ g (0,5 pb)}$ <p>alebo ... 1 g suchého enzýmu premení za 1 minútu $\frac{EA_{\xi} \cdot M_{\text{sacharóza}}}{c_{EP}}$ g sacharózy (0,791 g).</p> <p>za 2 hodiny 1 g suchého enzýmu premení $\frac{EA_{\xi} \cdot M_{\text{sacharóza}}}{c_{EP}} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min}$ g sacharózy (94,8 g).</p> $m_E = \frac{c_R \cdot V_R}{\frac{EA_{\xi} \cdot M_{\text{sacharóza}}}{c_{EP}} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{500 \text{ g dm}^{-3} \cdot 10 \text{ dm}^3}{\frac{0,0231 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}}{10 \text{ g dm}^{-3}} \cdot 2 \cdot 60 \text{ min}} = 52,7 \text{ g (1 pb)}$
------	------	---

Autor: Matúš Tomášik

Recenzenti: Ing. Martina Gánovská, Ing. Elena Kulichová,

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM, Bratislava 2025