

RIEŠENIA ÚLOH Z ANALYTICKEJ PRAXE

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

Školské kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 100 pomocných bodov = 50 bodov

1 pb = 0,5 b

Doba riešenia: 375 minút

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 chelátónu 3 ($M_r(\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 372,25$): $m_{\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{OR}} \cdot V_{\text{OR}} \cdot M_{\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,2 \text{ dm}^3 \cdot 372,25 \text{ g mol}^{-1} = 1,4890 \text{ g}$	
A1.2.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice prebiehajúceho deja: $\text{ZnO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
	1 pb	Výpočet hmotnosti oxidu zinočnatého ($M_r(\text{ZnO}) = 81,38$): $m_{\text{ZnO}} = n_{\text{ZnCl}_2} \cdot M_{\text{ZnO}} = c_{\text{ST}} \cdot V_{\text{R}} \cdot M_{\text{ZnO}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 \cdot 81,38 \text{ g mol}^{-1} = 0,0814 \text{ g}$	
	0,5 pb	Navážená hmotnosť ZnO	$m(\text{ZnO}) =$
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku Zn^{2+} : $c_{\text{ST}} = \frac{m_{\text{ZnO}}}{M_{\text{ZnO}} \cdot V_{\text{R}}} = \frac{m_{\text{ZnO}}}{81,38 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,05 \text{ dm}^{-3}} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
A2.1.	3 pb	Spotreba odmerného roztoku chelátónu 3: Hodnotí sa 3 x titrácia à 1 pb (max. 3 pb)	
	0,5 pb	Akceptovaná hodnota $V_{\text{OR}}(\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) =$ Hodnotí sa vylúčením odľahých hodnôt a výpočtom aritmetického priemeru.	
A2.2.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri štandardizácii: $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{ZnY}^{2-} + 2 \text{H}^+$	
	2 pb	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku chelátónu 3: $c_{\text{OR}} = c_{\text{ST}} \cdot \frac{V_{\text{ST}}}{V_{\text{OR}}} = c_{\text{ST}} \cdot \frac{0,01 \text{ dm}^3}{V_{\text{OR}}} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$	
Úloha B			
B1.1.	1 pb	Navážená hmotnosť vzorky sorbetu	$m(\text{vzorka}) =$
Úloha C			
C1.4.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice inverzie sacharózy: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	

	1,25 pb	Vzorový výpočet reakčného času t_R pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu: $t_R = t_{R,stop} - t_{R,start} = \dots \text{ min}$						
	1,5 pb	Vzorový výpočet počiatkovej 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 počiatková koncentrácia...</i>						
		Celkový objem reakčnej zmesi			$V_{RZ} = 960 \mu\text{l}$			
	7,5 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			
		$t_{R,start} / \text{min}$	1.	1.	1.			
2.			2.	2.				
3.			3.	3.				
$t_{R,stop} / \text{min}$		1.	1.	1.				
		2.	2.	2.				
		3.	3.	3.				
t_R / min		1.	1.	1.				
	2.	2.	2.					
	3.	3.	3.					
<i>Každý vyplnený údaj à 0,25 pb (max. 7,5 pb)</i>								
C2.1. a C2.2.	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.	
<i>Každý vyplnený údaj à 0,25 pb (max. 3 pb)</i>								
C2.3.	5 pb	Vzorový výpočet koncentrácie produktu (invertu) v pôvodnom objeme reakčnej zmesi pre ľubovoľnú enzýmovú reakciu ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$): – $c_{RS,stan.}$ (g dm^{-3}) v alikvotnom podiele použitom na spektrofotometrické stanovenie ($2 \mu\text{l}$) sa odčíta z predpisu kalibračnej závislosti. – $c_{RS,kontrola}$ (g dm^{-3}) v alikvotnom podiele použitom na spektrofotometrické stanovenie ($2 \mu\text{l}$) sa odčíta z predpisu kalibračnej závislosti. $c_{P/RZ} = \frac{c_{RS,stan.} - c_{RS,kontrola}}{M_{Glc/Fru}} \cdot \frac{V_{RZ/stan.}}{V_{stan.}} = \frac{c_{RS,stan.} - c_{RS,kontrola}}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{1,8 \text{ cm}^3}{2 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3} = \dots \text{ mol dm}^{-3}$						

	3 pb	Odčítaná hmotnosť redukujúcich sacharidov v alikvotnom podiele vzorky: <i>Hodnotí sa 3 x odčítaná hmotnosť RS à 1 pb (max. 3 pb)</i>			
D1.9.	3 pb	Výpočet priemernej hmotnosti redukujúcich sacharidov pred inverziou v 100 g vzorky ovocného sorbetu: <i>Z odčítaných hmotností RS v alikvotnom podiele vzorky sa vypočíta aritmetický priemer $m_{RS,alivot.}(avg)$.</i> $m_{RS}(avg) = m_{RS,alivot.}(avg) \cdot \frac{500 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \dots \text{ g}$			
		Priemerná hmotnosť RS v 100 g vzorky: $m_{RS}(avg) =$			
D2.1.	3 pb	Výpočet potrebného objemu 10-násobne zriedeného enzýmového preparátu: <i>Vypočíta sa látkové množstvo sacharózy v alikvotnom podiele roztoku vzorky na inverziu</i> $n_{sach.,inverzia} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{cukry} \cdot m_{vzorka}}{100 \cdot M_{sacharóza}} \cdot \frac{50 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{cukry} \cdot m_{vzorka}}{100 \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}} \cdot \frac{50 \text{ cm}^3}{500 \text{ cm}^3} = \dots \text{ mol}$ <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: $V_E =$			
D2.3.	3 pb	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3: <i>Hodnotí sa 3 x titrácia à 1 pb (max. 3 pb)</i>			
D2.4.	1,5 pb	Ekvivalentný objem odmerného roztoku chelatónu 3: <i>Hodnotí sa 3 x ekvivalentný objem à 0,5 pb (max. 1,5 pb)</i>			
	3 pb	Odčítaná hmotnosť redukujúcich sacharidov v alikvotnom podiele vzorky: <i>Hodnotí sa 3 x odčítaná hmotnosť RS à 1 pb (max. 3 pb)</i>			
	3 pb	Výpočet priemernej hmotnosti redukujúcich sacharidov po inverzii v 100 g vzorky ovocného sorbetu: $m_{RS,i}(avg) = m_{RSi,alivot.}(avg) \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot \frac{500 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ g}}{m_{vzorka}} = \dots \text{ g}$			
Priemerná hmotnosť RS v 100 g vzorky: $m_{RS,i}(avg) =$					
3 pb	Výpočet obsahu sacharózy v 100 g vzorky ovocného sorbetu ($M_r(\text{glukóza/fruktóza}) = 180,16$; $M_r(\text{sacharóza}) = 342,3$): $m_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{M_{Glc/Fru}} \cdot M_{sacharóza} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{RS,i}(avg) - m_{RS}(avg)}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1}$ $= \dots \text{ g}$				
	Hmotnosť sacharózy v 100 g vzorky: $m_{sacharóza} =$				

D2.5.	3 pb	Výpočet celkového obsahu cukrov na 100 g ovocného sorbetu: $m_{cukry} = m_{RS}(avg) + m_{sacharóza} = \dots g$ <i>Celková hmotnosť cukrov je rovná súčtu hmotnosti RS pred inverziou a hmotnosti sacharózy.</i>	
		Obsah cukrov v 100 g ovocného sorbetu:	$m_{cukry} =$

AUTORSKÉ RIEŠENIE DOPLNKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

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

Školské kolo

Matúš Tomášik

Maximálne 20 pomocných bodov = 10 bodov

1 pb = 0,5 b

Doba riešenia: 60 minút

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 standardizácii: $5 (\text{COO})_2^{2-} + 2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O} + 10 \text{CO}_2$
	2 pb	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku kyseliny šťaveľovej $c_{ST} = \frac{m_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{M_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot V_R} = \frac{0,2572 \text{ g}}{126,07 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ dm}^3} = 0,0204 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (1 pb)}$ Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku manganistanu draselného $c_{OR} = \frac{2}{5} \cdot c_{ST} \cdot \frac{V_{ST}}{V_{OR}} = \frac{2}{5} \cdot 0,0204 \text{ mol dm}^{-3} \cdot \frac{0,025 \text{ dm}^3}{0,0094 \text{ dm}^3} = 0,0217 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (1 pb)}$
1.2.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice prebiehajúceho deja: $\text{Cu}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{CuSO}_4 + 2 \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
1.3.	1 pb	Zápis stechiometrickej rovnice deja prebiehajúceho pri stanovení: $10 \text{FeSO}_4 + 2 \text{KMnO}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$
	2 pb	Výpočet ekvivalentného množstva medi: $n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{FeSO}_4} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot n_{\text{KMnO}_4} = 2,5 \cdot c_{OR} \cdot (V_{ST} - V_{SP}) \text{ (1 pb)}$ $m_{\text{Cu}} = w_{\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}} \cdot m_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{2 \cdot M_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}_2\text{O}}} \cdot n_{\text{Cu}_2\text{O}} \cdot M_{\text{Cu}_2\text{O}} = 2 \cdot M_{\text{Cu}} \cdot 2,5 \cdot c_{OR} \cdot (V_{ST} - V_{SP}) =$ $2 \cdot 63,546 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,0217 \text{ mol dm}^{-3} \cdot (0,0114 - 0,0001) \text{ dm}^3 = 0,0779 \text{ g} = 77,9 \text{ mg}$ (1 pb)

1.4.	1 pb	Výpočet hmotnosti redukujúcich sacharidov: $m_{RS} = \frac{40,6 - 40,2}{78,1 - 77,3} \cdot (77,9 - 77,3) + 40,2 = 40,5 \text{ mg}$
		Odčítaná hmotnosť RS: $m_{RS} = 40,5 \text{ mg}$
1.5.	1 pb	Výpočet celkového obsahu cukrov v 100 ml jablčnej šťavy: $m_{cukry} = m_{RS} \cdot \frac{500 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 40,5 \text{ mg} \cdot \frac{500 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 10125 \text{ mg} = 10,13 \text{ g}$
		Obsah cukrov v 100 ml šťavy: $m_{cukry} = 10,13 \text{ g}$
1.6.	1 pb	Monosacharidy prítomné v jablčnej šťave: <i>Fruktóza a glukóza.</i>
Úloha 2		
2.1.	2,5 pb	Výpočet obsahu laktózy v 100 ml plnotučného kravského mlieka: <i>Výpočet otáčavosti roztoku korigovanej na objem zrazeniny (0,5 pb)</i> $\alpha = \alpha' \cdot \frac{100-6}{100} = 8,12^\circ \cdot 0,94 = 7,63^\circ$ <i>Výpočet koncentrácie laktózy v objeme vzorky použitom na stanovenie (1 pb)</i> $c_{lakt./100 \text{ ml}} = \frac{\alpha}{[\alpha]_D^{20} \cdot l} = \frac{7,63^\circ}{55,3^\circ \cdot 4,00 \text{ dm}} = 0,0345 \text{ g cm}^{-3}$ <i>Výpočet hmotnosti laktózy v 100 ml pôvodnej vzorky mlieka (1 pb)</i> $m_{lakt./pôv.} = c_{lakt./100 \text{ ml}} \cdot 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{75 \text{ cm}^3} = 0,0345 \text{ g cm}^{-3} \cdot 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{75 \text{ cm}^3} = 4,6 \text{ g}$
		Výpočet obsahu laktózy v 100 ml odstredeného kravského mlieka: <i>Výpočet otáčavosti roztoku korigovanej na objem zrazeniny (0,5 pb)</i> $\alpha = \alpha' \cdot \frac{100-3}{100} = 23,69^\circ V \cdot 0,97 = 22,98^\circ V$ <i>Výpočet hmotnosti laktózy v 100 ml pôvodnej vzorky mlieka (1 pb)</i> $m_{lakt./pôv.} = \alpha \cdot 0,16428 \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{75 \text{ cm}^3} = 22,98^\circ V \cdot 0,16428 \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{75 \text{ cm}^3} = 5,03 \text{ g}$
2.3.	0,5 pb	Význam čírenia vzorky: <i>Význam čírenia vzorky pri polarimetrickom stanovení spočíva najmä v zbavovaní sa a inaktivácii opticky aktívnych látok, ktoré by rušili stanovenie.</i>
2.4.	0,5 pb	Zdôvodnenie: <i>Áno, nakoľko pri tejto metóde meriame priamo polarizáciu laktózy bez prítomnosti iných opticky aktívnych látok a zároveň nedochádza k inverzii stanovovaného cukru.</i>

Úloha 3

3.1.	2 pb	<p>Výpočet parametrov Michaelis–Mentenovej kinetického modelu:</p> $v_{max} = \frac{1}{1,1239 \text{ mmol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ min}} = 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$ $K_M = 55,157 \text{ min} \cdot v_{max} = 55,157 \text{ min} \cdot 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} = 49,079 \text{ mmol dm}^{-3}$				
		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; width: 50%;">Vypočítaná hodnota v_{max}:</td> <td style="border: none; width: 50%; text-align: right;">$v_{max} = 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Vypočítaná hodnota K_M:</td> <td style="border: none; text-align: right;">$K_M = 49,079 \text{ mmol dm}^{-3}$</td> </tr> </table>	Vypočítaná hodnota v_{max} :	$v_{max} = 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$	Vypočítaná hodnota K_M :	$K_M = 49,079 \text{ mmol dm}^{-3}$
Vypočítaná hodnota v_{max} :	$v_{max} = 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$					
Vypočítaná hodnota K_M :	$K_M = 49,079 \text{ mmol dm}^{-3}$					
3.2.	1 pb	<p>Výpočet špecifickej enzýmovej aktivity:</p> $EA_{\xi} = v_{max} \cdot \frac{V_{RZ}}{V_{EP}} = 0,8898 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} \cdot \frac{930 \mu\text{l}}{80 \mu\text{l}} \cdot \frac{1}{1000} = 0,01034 \text{ mol min}^{-1} \text{ dm}^{-3}$				
3.3.	2 pb	<p>Výpočet hmotnosti suchého enzýmu:</p> <p><i>Látkové množstvo sacharózy, ktoré je potrebné zinvertovať (1 pb)</i></p> $n_{sacharóza} = n_{glukóza} = \frac{c_R \cdot V_R}{M_{glukóza}} = \frac{600 \text{ g dm}^{-3} \cdot 100 \text{ dm}^3}{180,16 \text{ g mol}^{-1}} = 333,0373 \text{ mol}$ <p><i>1 liter enzýmového preparátu s koncentráciou $c = 4 \text{ mg cm}^{-3}$ premení za 8 hodín $EA_{\xi} \cdot 8 \cdot 60 \text{ min}$ mol sacharózy (4,9632 mol).</i></p> $V_{EP} = \frac{n_{sacharóza}}{EA_{\xi} \cdot 8 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{333,0373 \text{ mol}}{4,9632 \text{ mol dm}^{-3}} = 67,1 \text{ dm}^3 \text{ (0,5 pb)}$ $m_E = c_{EP} \cdot V_{EP} = 4 \text{ g dm}^{-3} \cdot 67,1 \text{ dm}^3 = 268,4 \text{ g (0,5 pb)}$ <p><i>alebo ... 1 g suchého enzýmu vyrobí za 1 minútu $\frac{EA_{\xi} \cdot M_{glukóza}}{c_{EP}}$ g glukózy (0,4657 g).</i></p> <p><i>za 8 hodín 1 g suchého enzýmu vyrobí $\frac{EA_{\xi} \cdot M_{glukóza}}{c_{EP}} \cdot 8 \cdot 60 \text{ min}$ g glukózy (223,54 g).</i></p> $m_E = \frac{c_R \cdot V_R}{\frac{EA_{\xi} \cdot M_{glukóza}}{c_{EP}} \cdot 8 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{500 \text{ g dm}^{-3} \cdot 10 \text{ dm}^3}{\frac{0,0231 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 180,16 \text{ g mol}^{-1}}{10 \text{ g dm}^{-3}} \cdot 8 \cdot 60 \text{ min}} = 268,46 \text{ g (1 pb)}$				

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