



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády



62. ROČNÍK

2025/2026

KRAJSKÉ KOLO

KATEGORIE A

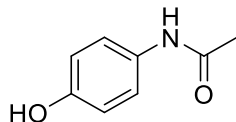
PRAKTICKÁ ČÁST

ŘEŠENÍ

Úloha 1 A zase acetylace – syntéza paracetamolu (Paralenu)**8 bodů**

- 1) Reaktivnější je v tomto případě **aminová** skupina.

Struktura paracetamolu:



za správné určení reaktivnější skupiny: 0,50 bodu

za správně nakreslenou strukturu paracetamolu: 0,50 bodu

celkem: 1,00 bodu

- 2) Výpočet teoretického výtěžku:

$$m_{\text{teor}} = n_{\text{paracetamol}} \cdot M_{\text{paracetamol}} = n_{p\text{-aminofenol}} \cdot M_{\text{paracetamol}} = \frac{m_{p\text{-aminofenol}} \cdot M_{\text{paracetamol}}}{M_{p\text{-aminofenol}}}$$

$$m_{\text{teor}} = \frac{2,00 \cdot 151,17}{109,13} = 2,77 \text{ g}$$

Body za totožnost látky budou uděleny, pokud je na TLC skvrna, která odpovídá skvrně paracetamolu ze vzorku tablety.

Je pravděpodobné, že surový produkt bude obsahovat zřetelné množství nečistot, například oxidačních produktů *p*-aminofenolu. Při autorské syntéze byla pozorovatelná další skvrna polárnější látky v surovém produktu. Body budou uděleny, pokud je paracetamol hlavním produktem při kritickém zhodnocení čistoty.

za správný výpočet teoretického výtěžku: 1,00 bodu

za skvrnu při TLC analýze surového produktu, která odpovídá standardu paracetamolu: 3,00 bodu

pokud je skvrna paracetamolu hlavní skvrnou při TLC analýze surového produktu: 0,50 bodu

za zhodnocení čistoty produktu: 1,00 bodu

celkem: 5,50 bodu

- 3) *p*-Aminofenol podléhá **oxidaci**, která se projeví hnědým zbarvením starší látky.

za správné určení oxidace: 0,50 bodu

celkem: 0,50 bodu

- 4) K purifikaci paracetamolu by bylo možné použít například **rekrytalizaci**, jako metodu volby. Dále jde využít v rámci zpracování produktu **extrakci**, či jako hlavní metodu purifikace například **kolonovou chromatografii**.

za správné vyjmenování alespoň jedné metody: 0,50 bodu

celkem: 0,50 bodu

- 5) Během metabolismu methanolu vzniká toxický meziprodukt, který poškozuje játra. Otrava paracetamolem při překročení maximální denní dávky může vést k akutnímu selhání jater.

za správné určení jater jako orgánu poškozovaného paracetamolem: 0,50 bodu

celkem: 0,50 bodu

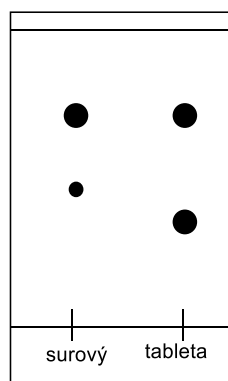
Úloha 2 TLC podruhé – paracetamol a kofein**12 bodů**

- 1) Jako vhodný poměr bylo určeno 10–20 % methanolu v ethyl-acetátu. Bude uznán jakýkoliv poměr, který poskytne separaci odpovídající zadání, tj. skvrny paracetamolu i kofeinu mají retenční faktor v rozmezí 0,2–0,8 a zároveň se liší alespoň o 0,1.

*za správně určený poměr rozpouštědel na základě experimentu: 6,00 bodu
za každou vydanou TLC destičku navíc z výše uvedených bodů odečítáme po 0,50 bodu
v případě nečitelného nebo neprovedeného TLC nelze za tuto část udělit žádné body*

celkem: 6,00 bodu

- 2) TLC:



Soutěžící by měl odevzdat dvě TLC destičky. První **TLC 1** by měla odpovídat pravé části zakreslené destičky – polárnější skvrna odpovídá kofeinu a méně polární odpovídá paracetamolu. Druhá **TLC 2** zachycuje i analýzu surového produktu a měla by odpovídat zakreslené destičce. V surovém produktu může být variabilně více nečistot (zakresleno dle autorského experimentu) – vyhodnocení surového produktu viz úkol 1.

*za odevzdanou destičku **TLC 1** a odpovídající zakreslení TLC analýzy vzorku tablety v příslušné mobilní fázi: 2,50 bodu
za odevzdanou destičku **TLC 2** a kompletní náčrtek: 1,00 bodu*

v případě neprovedení TLC nebo nesouhlasu náčrtu s provedeným TLC za tuto část nelze udělit body

celkem: 3,50 bodu

- 3) Výpočet retenčních faktorů (v mobilní fázi ethyl-acetát/methanol 9:1):

$$R_{f,\text{kofein}} = \frac{d_{\text{kofein}}}{d_{\text{čelo}}} = 0,43$$

$$R_{f,\text{paracetamol}} = \frac{d_{\text{paracetamol}}}{d_{\text{čelo}}} = 0,69$$

Polárnější látkou je v tomto případě **kofein**, který má nižší hodnotu retenčního faktoru.

*za každý správně určený retenční faktor, odpovídající přiložené destičce: 1,00 bodu
za správné určení kofeinu jako polárnější látky: 0,50 bodu*

celkem: 2,50 bodu

Úloha 3 Stanovení obsahu dusíku v proteinu formolovou titrací

20 bodů

1) Hodnocení spotřeby:

odchylka	počet bodů
0,00–0,15 ml	10,00
0,15–1,00 ml	$10 \cdot (1,00 - \text{odchylka})$
$\geq 1,00$ ml	0

body se uvádí se zaokrouhlením na 0,25 bodu

celkem: 10,00 bodu

2) Koncentrace aminokyselin v titrovaném roztoku:

$$c_{\text{AMK}} = \frac{n_{\text{AMK}}}{V_{\text{AMK}}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{AMK}}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{AMK}}}$$

za správný postup výpočtu, bez ohledu na správnost spotřeby: 1,50 bodu

za numericky správný výsledek 0,50 bodu

celkem: 2,00 bodu

3) Výpočet původní koncentrace AMK:

$$c_{\text{AMK},0} = c_{\text{AMK}} \cdot \frac{V_{\text{baňka}}}{V_{\text{alíkvot}}} = 10 \cdot c_{\text{AMK}}$$

Obsah dusíku v původním hydrolyzátu:

$$m_{\text{N}} = n_{\text{N}} \cdot M_{\text{N}} = c_{\text{AMK},0} \cdot V_{\text{hydrolyzát}} \cdot M_{\text{N}} = 10 \cdot c_{\text{AMK}} \cdot V_{\text{hydrolyzát}} \cdot M_{\text{N}}$$

Vztaženo na 100 g proteinu:

$$m_{\text{N,protein}} = \frac{m_{\text{N}}}{m_{\text{protein}}} \cdot 100 = m_{\text{N}} \cdot \frac{100}{8}$$

za správný postup výpočtu původní koncentrace aminokyselin: 1,00 bodu

za přepočtení látkového množství dusíku na hmotnost: 1,00 bodu

za zohlednění přepočtu na 100 g proteinu: 1,00 bodu

za numericky správný výsledek včetně jednotek: 1,00 bodu

jakýkoliv jiný postup vedoucí ke správnému řešení včetně numerického výsledku se hodnotí plným počtem bodů

celkem: 4,00 bodu

4) Hydroxid sodný je **hygrokopický**, a navíc **reaguje s oxidem uhličitým** za vzniku uhličitanu. Vlivem těchto vlastností – nestability na vzduchu, není možné navážením připravit hydroxid sodný o přesně známé koncentraci a je potřeba ji stanovit standardizací.

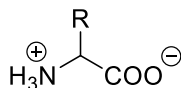
K standardizaci roztoku hydroxidu sodného se nejčastěji využívá **dihydrát kyseliny šťavelové**.

za správně uvedenou alespoň jednu vlastnost hydroxidu sodného: 1,00 bodu

za správně uvedený standard pro stanovení koncentrace NaOH: 1,00 bodu

celkem: 2,00 bodu

5) V neutrálním prostředí by se kyselina nacházela ve formě zwitteriontu:



za správný náčrt zwitteriontu: 2,00 body

celkem: 2,00 body