



58. ročník

2021/2022

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Test školního kola – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ****Úloha 1 Tepelný rozklad solí****6 bodů**

1) **Rovnice:** $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$; $\Delta H < 0$, případně slovně exotermická

A: Cr_2O_3 , **B:** N_2 , **C:** H_2O , **D:** $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ nebo $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$, **E:** $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ nebo $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4]^{3+}$

správná odpověď 1 bod, celkem 6 bodů

Úloha 2**6 bodů**

1) **$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$**

Heptahydrát síranu železnatého

2) **$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NiCl}_2 + 6\text{NH}_3$**

Chlorid hexaamminnikelnatý

3) **$\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + 2\text{HCl} + 7\text{H}_2\text{O}$**

Oktahydrát oxidu-dichloridu zirkoničitého nebo chlorid zirkonylu oktahydrát

za rovnici 1,5 bodu, za název 0,5 bodu; celkem 6 bodů

Úloha 3 Rozpustnost solí**4 body**

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+] [\text{I}^-]$$

$$[\text{Ag}^+] = [\text{I}^-]$$

1 bod

$$\text{rozpustnost} = M_{\text{AgI}} \times [\text{Ag}^+]$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{\text{rozpustnost}}{M_{\text{AgI}}}$$

$$K_{\text{sp}} = \left(\frac{\text{rozpustnost}}{M_{\text{AgI}}} \right)^2$$

1 bod

$$K_{\text{sp}} = \left(\frac{2.17 \times 10^{-6}}{234.77} \right)^2$$

1 bod

$$K_{\text{sp}} = 8.54 \times 10^{-17}$$

1 bod

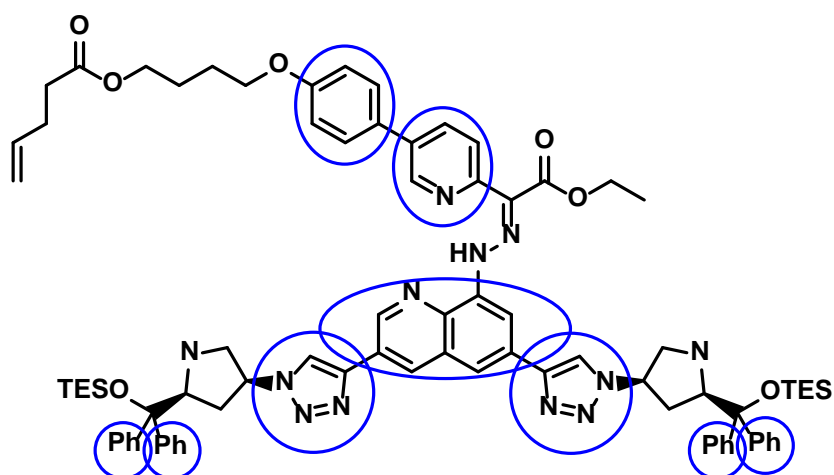
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Molekulární katalytický jeřáb

10 bodů

1)



zakroužkované všechny aromatické části (nic víc, nic míň) **0,50 bodu**
je-li chinolin zakroužkován jako dva jednotlivé systémy 0,00 bodu

2) Molekula obsahuje čtyři různé heterocykly.

za správnou odpověď **0,50 bodu**

3) 3-Nitrobenzensulfonát zde slouží jako oxidační činidlo. (Nitro skupina se redukuje na příslušný amin.)

za správnou odpověď **0,50 bodu**4) Jelikož jde o aromatickou elektrofilní substituci, musí z činidla vznikat kladná částice, tedy I⁺.za správnou odpověď **0,50 bodu**

5)

- ~~I₂~~
- NIS (N-jodsukcinimid)
- ~~I₂ + HNO₃~~
- AgClO₄ + I₂
- ICl

- I₂ + HNO₃
- ~~ICl₃~~
- ~~ICl~~
- ~~ICN~~
- ~~I₂O₅~~

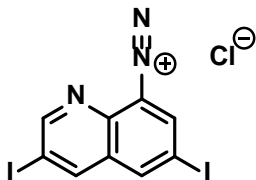
za každou správně zakroužkovanou odpověď 0,50 bodu
za každou špatně zakroužkovanou odpověď -0,50 bodu
minimální bodový zisk 0,00 bodu

celkem **2,00 bodu**

- 6) Na místě činidla **Y** lze použít cín, zinek, hliník, nebo železo s kyselinou chlorovodíkovou, chlorid cínatý, dithioničitan sodný ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) nebo vodík na palladiu, platině nebo jiném hydrogenačním katalyzátoru. Poznámka: *Prakticky by ale hrozilo, že při redukcí vodíkem na příslušném katalyzátoru by docházelo k dehalogenaci a tudíž bychom spíše sáhli k dříve uvedeným činidlům.*

za správnou odpověď **0,50 bodu**

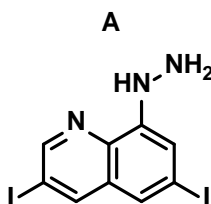
7)



Lze uznat i libovolnou správnou rezonanční strukturu.

za správnou odpověď **1,00 bodu**

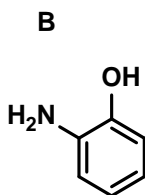
8)



Lze uznat i libovolnou správnou rezonanční strukturu.

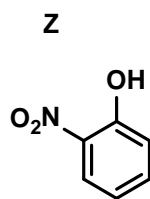
za správnou odpověď **1,00 bodu**

9)



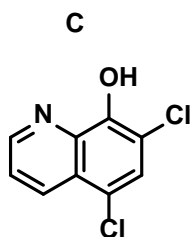
za správnou strukturu **0,75 bodu**

10)



za správnou strukturu **1,00 bodu**

11)



Substituce probíhá do *ortho*- a *para*-polohy vůči OH skupině, jelikož její kladný mesomerní efekt je zde naprosto dominantní.

za správnou strukturu 0,75 bodu
za správné zdůvodnění 1,00 bodu

celkem 1,75 bodu

Úloha 2 Molekulární nůžky

6 bodů

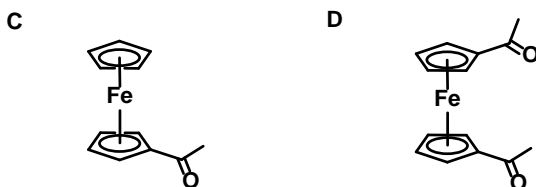
1)



V případě obou látek stačí jedna z uvedených struktur.

za správnou strukturu **A** 0,25 bodu, za správnou strukturu **B** 0,50 bodu; **celkem 0,75 bodu**

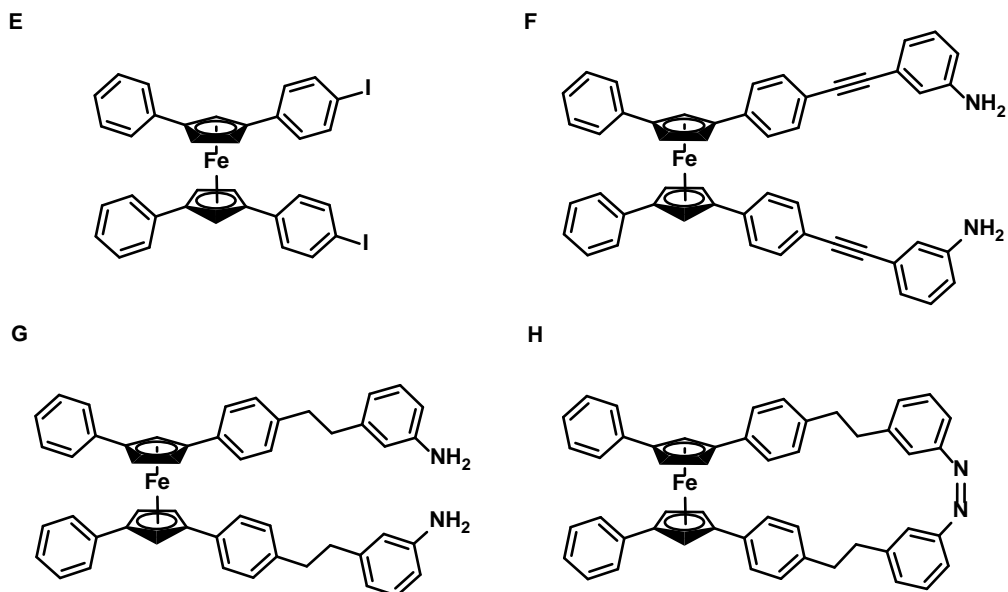
2)



Druhá substituce probíhá na dosud nesubstituovaném jádře, jelikož acetylace jádro deaktivuje.

za správnou strukturu po 0,75 bodu, za správné zdůvodnění 0,50 bodu; **celkem 2 body**

3)

za každou správnou strukturu 0,75 bodu; **celkem 3 body**

4) Za schopnost molekulárních nůžek měnit konfiguraci působením světla může azo skupina.

za správnou odpověď **0,25 bodu**

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Moravská

11 bodů

1) Teplota varu: 94 °C

Výpočet: Směs obsahující 5 % ethanolu začne vařit, když protne křivku kapaliny

za teplotu mezi 93,5 °C a 94,5 °C **1 bod**

2) Hmotnostní procenta: 44 % ethanolu

Výpočet: Složení první kapky destilátu zjistíme vedením vodorovné čáry $T = 94\text{ °C}$ a z průsečíku s křivkou páry odečteme složení směsi.

za obsah ethanolu mezi 43 a 45 % **1 bod**

3) Látka snižující bod varu: methanol nebo acetaldehyd

Výpočet: Ovocné destiláty téměř vždy obsahují methanol, který má nižší teplotu varu než ethanol a tudíž způsobí, že celá směs vaří dřív. Občas se v kvasu může vyskytnout i acetaldehyd nebo aceton a proto se dá také uznat.

za uvedení správné látky **1 bod**

4) Spotřební daň: 725 Kč

Výpočet: V kvasu je přítomno:

$$m_{\text{EtOH}} = w_{\text{EtOH}} \cdot m_{\text{kvas}} = 0,05 \cdot 80 \text{ kg} = 4 \text{ kg}$$

Objem čistého ethanolu a spotřební daň pak snadno dopočteme z hustoty a daně na hektolitr

$$D_{\text{aň}} = V_{\text{EtOH}} \cdot D_{\text{aňnahI}} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}} \cdot D_{\text{aňnahI}} = \frac{4 \text{ kg}}{789 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}} \cdot 14300 \text{ Kč} \cdot \text{hl}^{-1} = 725 \text{ Kč}$$

za postup 1 bod, za správný výsledek 1 bod, celkem 2 body

5) Hmotnost kapalného podílu: 62,2 kg

Výpočet: Vyjdeme z pákové pravidla, které zde přepíšu tak, aby se v něm vyskytovaly hmotnosti a hmotnostní zlomky a zároveň známe celkovou hmotnost:

$$(z_i - w_i^1)m_i^1 = (w_i^2 - z_i)m_i^2$$

$$m_i^1 + m_i^2 = 80 \text{ kg}$$

Musíme určit hmotnostní zlomek ethanolu v obou fázích z grafu. Pro kapalnou fázi získáme 1 – 2 %, pro plynnou 18 – 19,5 %. Ukážu řešení pro 1 % v kapalně a 19 % v plynné fázi. V závislosti na odečtení z grafu se mohou výsledky řešitelů lehce odchylovat od autorského řešení.

$$(0,05 - 0,01)m_i^1 = (0,19 - 0,05)(80 \text{ kg} - m_i^1)$$

$$0,04m_i^1 = 0,14(80 \text{ kg} - m_i^1)$$

$$0,04m_i^1 = 11,2 \text{ kg} - 0,14m_i^1$$

$$m_i^1 = 62,2 \text{ kg}$$

za použití pákového pravidla 0,5 bodu, za správné určení hmotnostních zlomků v obou fázích 0,5 bodu
za postup řešení 1 bod, za správný výsledek 1 bod

celkem 3 body

6) Molární procenta v kapce:

Výpočet: Vyjdeme z Raoultova zákona tak, jak je uveden ve vzorečkovníku:

$$py_i = p_i^0 x_i$$

Jelikož y_i je námi hledaný molární zlomek, tlak i tlak sytých par známe, jediné, co je třeba vypočítat je molární zlomek ethanolu ve směsi.

$$x_{\text{EtOH}} = \frac{n_{\text{EtOH}}}{n_{\text{EtOH}} + n_{\text{voda}}} = \frac{\frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}}}{\frac{m_{\text{EtOH}}}{M_{\text{EtOH}}} + \frac{m_{\text{voda}}}{M_{\text{voda}}}}$$

My ale známe hmotnostní zlomek ethanolu ve směsi. Jelikož známe celkovou hmotnost i hmotnostní zlomky, můžeme dosadit.

$$x_{\text{EtOH}} = \frac{\frac{4 \text{ kg}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{4 \text{ kg}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{76 \text{ kg}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 0,02$$

Dosadíme do Raoultova zákona

$$y_{\text{EtOH}} = \frac{p_{\text{EtOH}}^0 x_{\text{EtOH}}}{p} = \frac{108 \text{ kPa} \cdot 0,02}{101,325 \text{ kPa}} = 0,021 = 2,1 \%$$

za použití Raoultova zákona 0,5 bodu, za výpočet molárního zlomku 0,5 bodu, za postup řešení 1 bod
za správný výsledek 1 bod

celkem 3 body

Úloha 2 Plynový dotazník

5 bodů

- 1) **b**– Mezimolekulové interakce popisuje model reálného plynu, který je jejich vlivem například nedokonale stlačitelný
- 2) **b** – Raoultův zákon je přímo definován pro tlak syté páry nad roztokem.
- 3) **c** – Závislost na teplotě vyplývá z kinetické teorie plynů.
- 4) **a** – Ačkoliv vynásobením počtu jablek to skoro vyjde, správnou odpovědí je využití dostupných konstant.
- 5) **d** – Hodnotu lze získat dosazením do rovnic pro rychlost částic plynu.

za každou správně zodpovězenou otázku 1 bod, **celkem 5 bodů**

BIOCHEMIE**12 BODŮ****Úloha 1 Párujeme, šroubujeme****7 bodů**

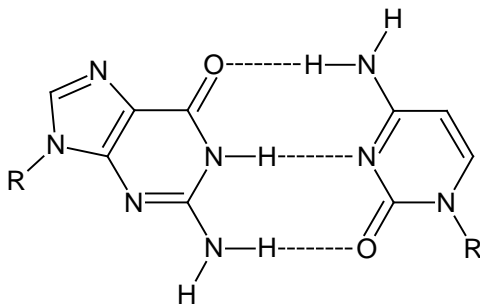
- 1) Nobelovu cenu dostali (Francis) Crick, (James) Watson a (Maurice) Wilkins.

za každé příjmení 0,4 bodu

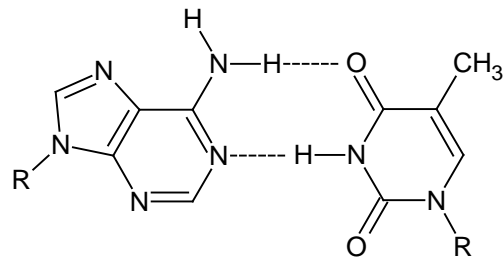
Rosalind Franklinová tou dobou již nebyla mezi živými.

*0,3 bodu***celkem 1,5 bodu**

- 2) **Vzorce:**



G:C



A:T

*za každý pár 1,2 bodu***Doplňovačka:** komplementární*0,1 bodu***celkem 2,5 bodu**

- 3) Stacking, π - π stacking, π - π interakce nebo patrové interakce.

1,5 bodu

- 4) A-DNA: největší průměr; B-DNA: nejběžnější v buňkách; Z-DNA: levotočivá

za každou správnou odpověď 0,3 bodu, celkem 0,9 bodu

- 5) **Typ dvoušroubovice:** A-RNA nebo typ A

*0,3 bodu***Podobnost s:** A-DNA.*0,1 bodu***celkem 0,4 bodu**

- 6) **Typ dvoušroubovice:** A-RNA/A-DNA nebo typ A.

0,1 bodu

Původ molekuly: Vyskytuje se v přírodě. Například při transkripci či reverzní transkripci (vysvětlení není třeba).

0,1 bodu; celkem 0,2 bodu

Úloha 2 Izostericita

5 bodů

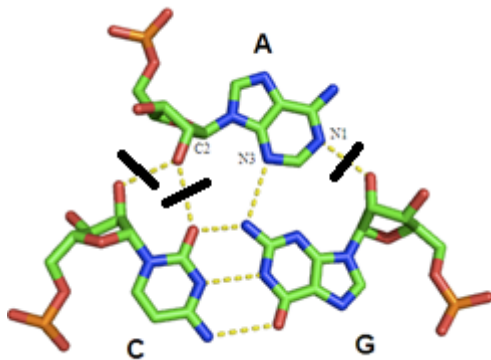
- 1) **Vysvětlení:** Příčinou nižší sekvenční podobnosti jsou právě evolučně povolené izosterické mutace, které zachovávají tvar i funkci ribozomu, typicky v dvoušroubovicových regionech, kterých je v rRNA nejvíce. Při tom se míchá G, C, A i U, čímž se sekvenční podobnost snižuje.

za vysvětlení 0,5 bodu

- 2) **Vysvětlení:** Došlo by k narušení sítě vodíkových vazeb, čímž by poklesla stabilita a motivu a došlo by ke ztrátě jeho funkce. Organismus by s takto poškozeným ribozomem nepřežil.

1 bod

- 3) **Počet vazeb:** 4 vazby (jak je vidět na obrázku, kde jsou černě přeškrtnuté všechny vodíkové vazby vedoucí od 2'-hydroxylové skupiny ribosy; obrázek není vyžadovaný v řešení).



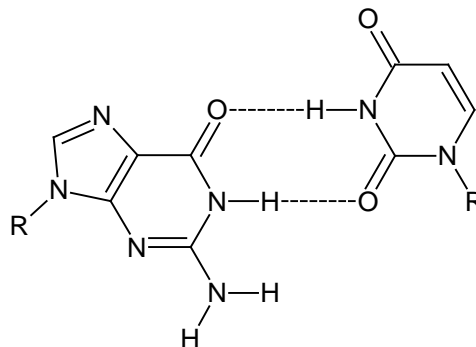
0,8 bodu

Vyšší stabilita: RNA

0,2 bodu

celkem 1 bod

- 4) **Vzorec:**



1,5 bodu

- 5) **Vysvětlení:** Obecně není možné uplatnit izostericitu, protože v genomové DNA jde primárně o uchování informace v podobě sekvence. Izosterické mutace by sice neměnily tvar DNA, ale měnily by význam kodonů mRNA i chování intronových sekvencí.

1 bodu