MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Ústřední komise
Chemické olympiády

VŠCHT PRAHA

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník

2021/2022

NÁRODNÍ KOLO

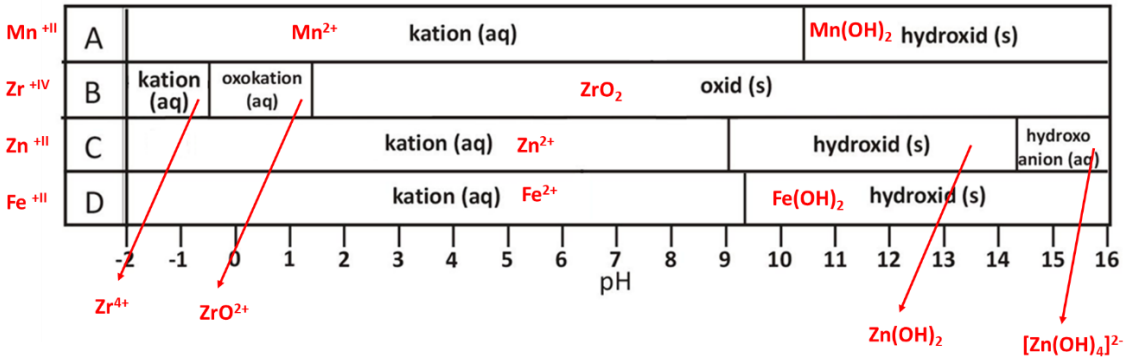
Kategorie A

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE 16 BODŮ

Úloha 1 Diagramy predominantních stavů 6 bodů

1)



Správně doplněné všechny formy v řádku včetně kovu 1,00 bodu.
V případě neúplného/částečně chybného doplnění forem 0,50 bodu.

Celkem 4,00 bodu.

2) $4\ Fe^{2+} + 10H_2O + O_2 \longrightarrow 4\ Fe(OH)_3 + 8\ H^+$

Případně $4\ Fe^{2+} + 18\ H_2O + O_2 \longrightarrow 4\ Fe(OH)_3 + 8\ H_3O^+$

Určení železa jako kationtu 1,00 bodu.
Vyčíslená iontová rovnice 1,00 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

Úloha 2 — 4 body

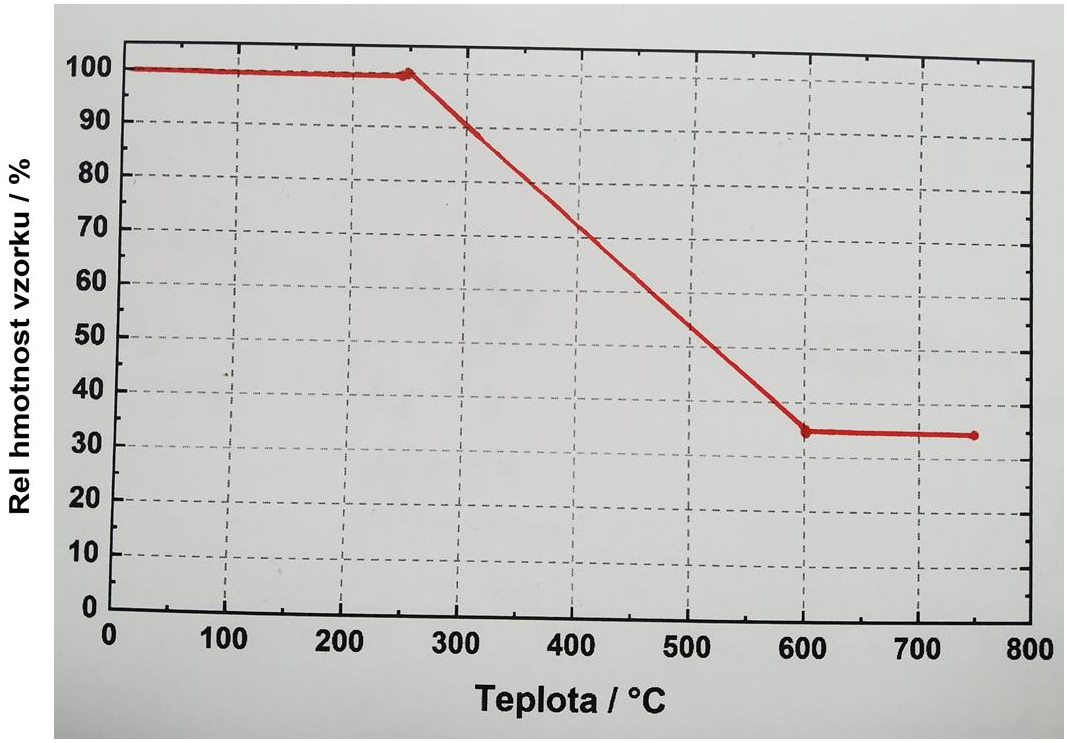
1) $FeCl_3\,nH_2O + SOCl_2 \rightarrow FeCl_3 + SO_2 + HCl$

$FeCl_3\,nH_2O + HCl(g) \rightarrow FeCl_3 + H_2O + HCl$

$FeCl_3\,nH_2O + (CH_3)_3SiCl \rightarrow FeCl_3 + HCl + ((CH_3)_3Si)_2O$

Příprava $FeCl_3$ 1,00 bodu.

2)



Finální rel hmotnost v procentech: $M_{(C_{10}H_{10}Fe)_2SO_4}$ = 468, 16 g · mol^{-1}; $M_{Fe_2O_3}$ = 159,70 g · mol^{-1}

Rel. hmotnost = 159,7 / 468,16 = 34 %

Graf 2,00 bodu.

3) $M_{Fe_2O_3}$ = 159,70 g · mol^{-1} $M_{(C_{10}H_{10}Fe)_2SO_4}$ = 468, 16 g · mol^{-1}

$m_{(C_{10}H_{10}Fe)_2SO_4} = m_{Fe_2O_3} / M_{Fe_2O_3} \times M_{(C_{10}H_{10}Fe)_2SO_4}$

$m_{(C_{10}H_{10}Fe)_2SO_4}$ = 1,06 g

Výpočet 1,00 bodu.

Celkem 4,00 bodu.

Úloha 3 Rozpustnost solí — 6 body

1) Výpočet:

$Ag_2O + H_2O \rightarrow 2Ag^+ + 2OH^-$

$K_{sp} = 10^{-pKsp}$

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [OH^-]^2$ $[Ag^+] = [OH^-]$

$K_{sp} = [Ag^+]^4$

$[Ag^+] = \sqrt[4]{K_{sp}}$ *1,00 bodu.*

$[Ag^+] = \sqrt[4]{10^{-15,6}} = 1,26 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3} *1,00 bodu.*

rozpustnost Ag_2O ve 100 ml roztoku

rozp = $[Ag^+] \times M_{Ag_2O} \times 0,1 \times 0,5 = 1,26 \times 10^{-4} \times 231,74 \times 0,1 \times 0,5 = 1,46$ mg / 100 g vody *1,00 bodu.*

Celkem 3,00 bodu.

2) Výpočet zjednodušený, ale předpoklad je správný:

$Ag_2O + H_2O \rightarrow 2Ag^+ + 2OH^-$

$K_{sp} = 10^{-pKsp}$

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [OH^-]^2$ $[Ag^+] =$ "a" mol dm^{-3} $[OH^-] = a + c_{NaOH} \approx c_{NaOH} = 0,01$ mol dm^{-3} *1,00 bodu.*

$K_{sp} = a^2 \times c_{NaOH}^2$

$a = \sqrt{\frac{K_{sp}}{c_{NaOH}^2}}$ 0,50 bodu.

$a = \sqrt{\frac{10^{-15.8}}{0.01^2}} = 1,26 \times 10^{-6}$ mol dm^{-3} 0,50 bodu.

rozpustnost Ag_2O ve 100 ml roztoku

rozp = $[Ag^+] \times M_{Ag_2O} \times 0,1 \times 0,5 = 1,26 \times 10^{-6} \times 231,74 \times 0,1 \times 0,5 = 0,0146$ mg / 100 g roztoku *1,00 bodu.*

Výpočet přesnější:

$Ag_2O + H_2O \rightarrow 2\,Ag^+ + 2\,OH^-$

$K_{sp} = 10^{-pK_{sp}}$

$K_{sp} = [Ag^+]^2 [OH^-]^2$ $[Ag^+] =$ "a" mol dm^{-3} $[OH^-] = a + c_{NaOH} =$ "$a + 0.01$" mol dm^{-3} *1,00 bodu.*

$K_{sp} = (a)^2 \times (a + 0,01)^2$

$\sqrt{K_{sp}} = a \times (a + 0.01)$

$0 = a^2 + 0.01\,a - \sqrt{K_{sp}}$

$0 = a^2 + 0.01a - \sqrt{10^{-pK_{sp}}}$ *0,50 bodu.*

$a_1 = 1.26 \times 10^{-6}$ mol dm^{-3} *0,50 bodu.*

$a_2 = -0.01$

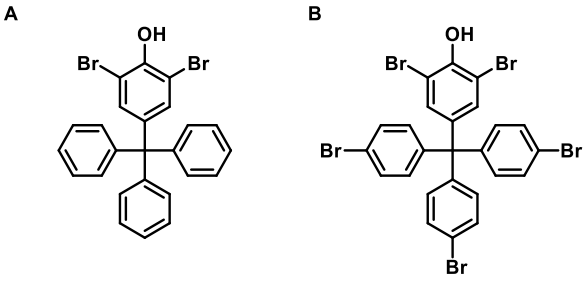
$rozp = [Ag^+] \times M_{Ag_2O} \times 0{,}1 \times 0.5 = 1{,}26 \times 10^{-6} \times 231{,}74 \times 0{,}1 \times 0{,}5 = 0{,}0146$ mg / 100 g roztoku *1,00 bodu.*

Celkem 3,00 bodu.

ORGANICKÁ CHEMIE 16 BODŮ

Úloha 1 Molekulární přepínač 7 bodů

1)



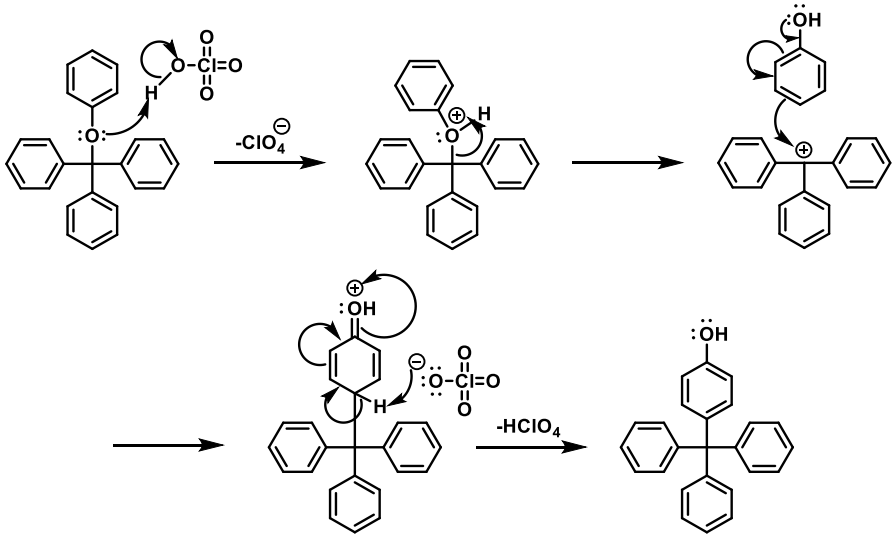
Za každou správnou strukturu 0,75 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

2) Fenolická skupina diriguje další substituci do poloh *ortho*. Substituce na fenylech je triarylmethylovým substituentem řízena do poloh *ortho* a *para*, *ortho* polohy jsou ale značně stericky bráněné.

Za správnou odpověď ***0,50 bodu.***

3)

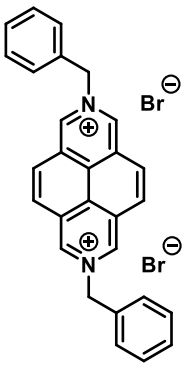


Za každý správně zapsaný krok (včetně šipek) 0,25 bodu.

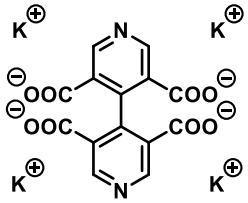
Celkem 1,00 bodu.

4)

C



D

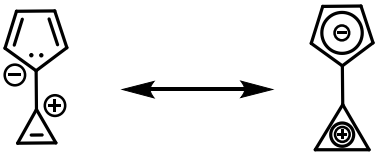


Za každou správnou strukturu 0,75 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

5)

E

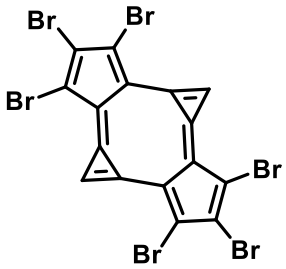


Stabilitu vysvětluje přítomnost dvou aromatických systémů.

Za jednu ze správných struktur 0,75 bodu.
Za správné zdůvodnění 0,50 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

6)



Bromace probíhá na pětičlenném cyklu, jelikož jeho rezonanční struktura má záporný náboj a částice bromu vznikající z NBS je kladná.

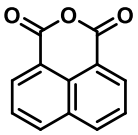
Za správnou strukturu 0,75 bodu.
Za správné zdůvodnění 0,50 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

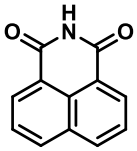
Úloha 2 Molekulární výtah **9 bodů**

1)

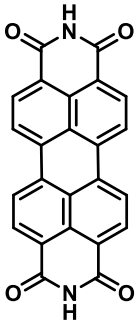
A



B



C



Za každou správnou strukturu 0,75 bodu.

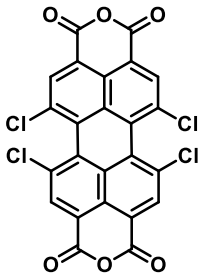
Celkem 2,25 bodu.

2) Zdvojení naftalenových molekul na perylenovou molekulu je oxidací, kterou umožňuje vzdušný kyslík jako oxidant.

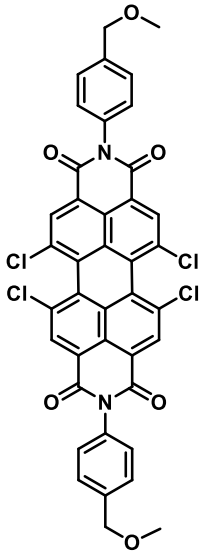
Za správnou odpověď ***0,50 bodu.***

3)

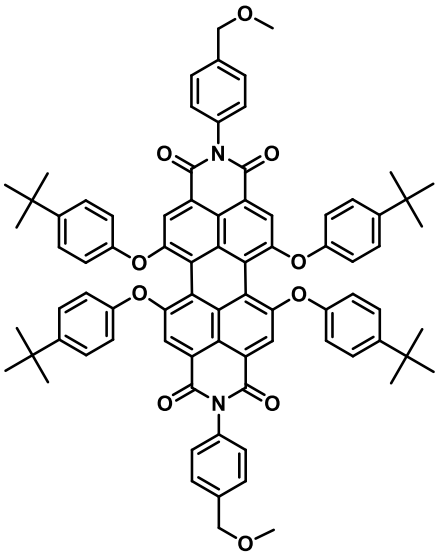
D



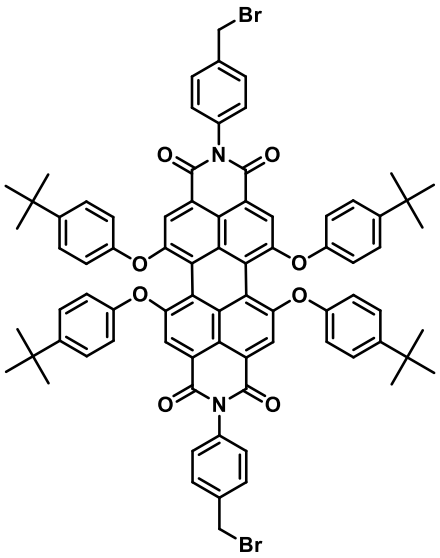
E



F



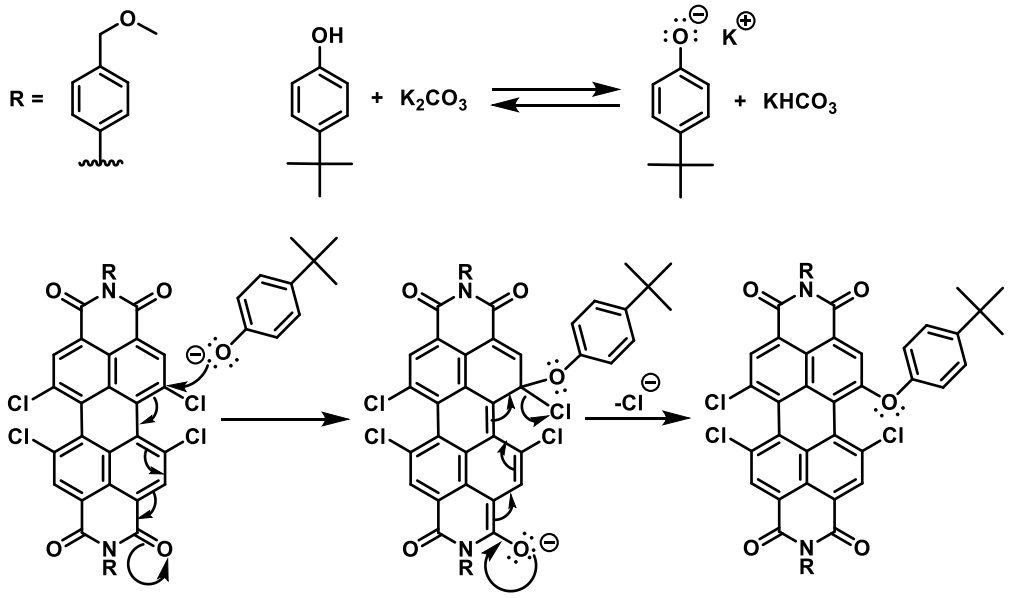
G



Za každou správnou strukturu 0,75 bodu.

Celkem 3,00 bodu.

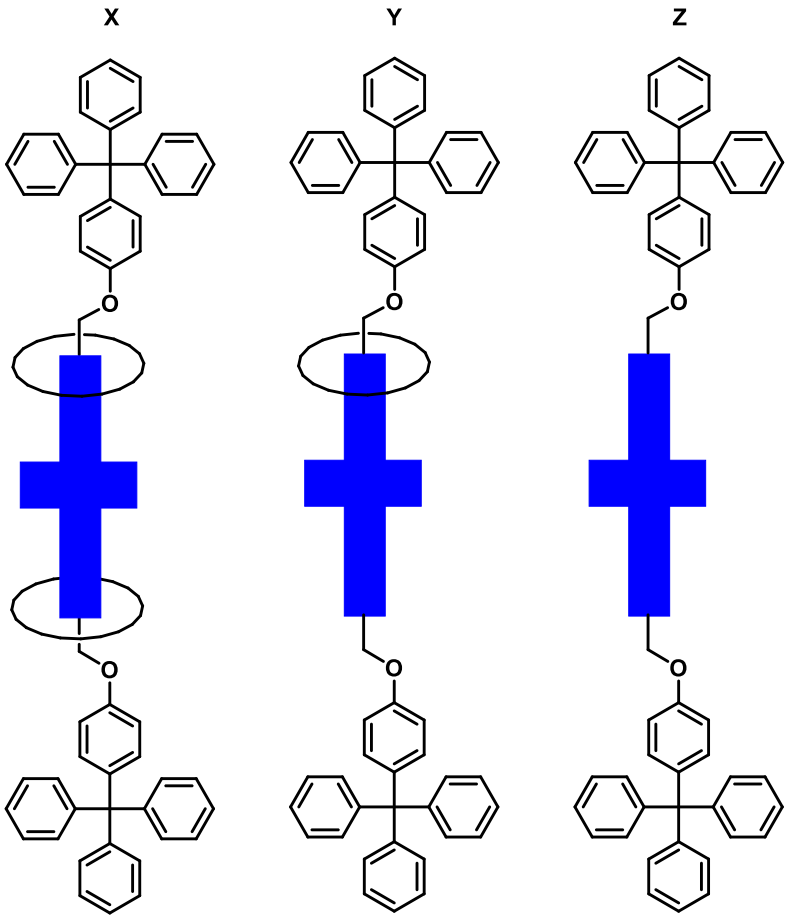
4)



Za každý správně zapsaný krok 0,25 bodu.
Lze uznat i jiné rezonanční formy intermediátu.

Celkem 0,75 bodu.

5)



Za každou strukturu 0,75 bodu.

Celkem 2,25 bodu.

6) 18-Crown-6-ether slouží k vázání draselného kationtu, čímž posouvá acidobazickou rovnováhu reakce K_2CO_3 s 4-(trifenylmethyl)fenolem ve prospěch fenolátu.

Za správnou odpověď ***0,25 bodu.***

FYZIKÁLNÍ CHEMIE 16 BODŮ

Úloha 1 Argonová rozcvička 3 body

1) Teplota: 600 K

Výpočet: Z grafu snadno odečteme, že nejpravděpodobnější rychlost argonu je 500 m·s^{-1}. V periodické tabulce zjistíme relativní atomovou hmotnost argonu (39,95) a použijeme vztah pro nejpravděpodobnější rychlost.

$$v_\mathrm{P} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \qquad {v_\mathrm{P}}^2 = \frac{2kT}{m}$$

$$T = \frac{m{v_\mathrm{P}}^2}{2k} = \frac{39{,}95 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}\ (500\ \mathrm{m \cdot s^{-1}})^2}{2 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}} = 600\ \mathrm{K}$$

Za postup 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

2) Pravděpodobnost: 46,5 %

Výpočet: Pro výpočet pravděpodobnosti je třeba vypočítat obsah útvaru, který vymezuje křivka hustoty pravděpodobnostu mezi 400 m·s^{-1} a 700 m·s^{-1}. Pro tento problém je třeba volbou vhodných geometrických útvarů vyplnit tento prostor a poté spočítat jeho obsah.

Za postup 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

3) Počet atomů argonu: 748

Výpočet: Počet atomů lze vypočítat jako podíl celkové energie a energie jednoho atomu, která se dá vypočítat několika způsoby.

$$N = \frac{E_\mathrm{tot}}{E_1} = \frac{E_\mathrm{tot}}{\frac{3}{2}kT} = \frac{2E_\mathrm{tot}}{3kT}$$

$$N = \frac{2 \cdot 58 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\mathrm{J}}{3 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{J \cdot K^{-1}} \cdot 600\ \mathrm{K}} = 748$$

Za postup 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

Úloha 2 Sodovka 6 bodů

1) **Skupenství CO_2:** Kapalné. Lze uznat i směs kapaliny a plynu.

Výpočet: Odečtením hmotností plné a prázdné láhve získáme hmotnost napuštěného oxidu uhličitého – 410 g. Po dosazení zadaných hodnot (litrová láhev a laboratorní teplota) do stavové rovnice ideálního plynu získáme tlak

$$p = \frac{mRT}{MV} = \frac{410 \cdot 8,314 \cdot 298,15}{44 \cdot 10^{-3}} = 23,1\ \text{MPa}$$

Pohled na fázový diagram nám následně umožní záhadu rozluštit, chyták je ovšem v jednotkách – tlak zobrazený v diagramu je v barech (100 kPa). Zde je dobré uvést, že v případě ideálního plynu zcela zanedbáváme mezimolekulové interakce a výsledek získaný ze stavové rovnice ideálního plynu je nepřesný (pro přesnější výpočet lze využít například van der Waalsovu nebo Redlichovu-Kwongovu rovnici). Při teplotě 300 K je oxid uhličitý navíc při vypočteném tlaku poměrně blízko kritickému bodu, za kterým nelze skupenství určit.

Za výpočet tlaku CO_2 v láhvi 0,5 bodu.
Za určení skupenství z fázového diagramu 0,5 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

2) **Objem bublin:** 228 litrů

Výpočet: Látkové množství oxidu uhličitého již známe, takže si zbývá pouze uvědomit, že vypouštěním do vody se podmínky mění na atmosferický tlak a objem tedy získáme dosazením do rovnice

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{410 \cdot 8,314 \cdot 298,15}{44 \cdot 101325} = 228\ \text{dm}^3$$

Za výpočet objemu bublin 0,50 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

3) **Tlak v láhvi:** 3,72 atm

Výpočet: Dva litry vody odpovídají látkovému množství vody 111 mol. Množství rozpuštěného oxidu uhličitého odpovídá 0,25 mol. Použitím Henryho zákona získáme hodnotu

$$p = \frac{n_{\text{CO2}}}{n_{\text{CO2}} + n_{voda}} H = \frac{0,25}{111,25} 1655,1 = 3,72\ \text{atm}$$

Za výpočet látkových množství 0,5 bodu.
Za výpočet tlaku 0,5 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

4) **Vysvětlení:** Tlak nasycených par vody je při teplotě 25 °C tak nízký, že jeho podíl na tlaku plynu v lahvi je méně než 1 %.

Za vysvětlení 1,00 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

5) **Tlak při 50 °C:** 6,48 atm

Výpočet: Extrapolací z původní Henryho konstanty dospějeme ke konstantně při 50 °C, a to přibližně 2855 atm. Dosazením do Henryho zákona získáme tlak

$$p = \frac{n_{CO2}}{n_{CO2}+n_{voda}} H = \frac{0{,}25}{111{,}25} 2885 = 6{,}48 \text{ atm}.$$

Za výpočet Henryho konstanty 0,5 bodu.
Za výpočet tlaku 0,5 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

6) **Tlak s cukrem:** 3,70 atm

Výpočet/vysvětlení: Zahrnutím cukru do směsi se molární zlomek oxidu uhličitého změní pouze nepatrně, jelikož stále molárně dominuje voda. Tlak se tedy změní o pouhé dvě setiny atmosféry.

Za výpočet/vysvětlení 1,00 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

7) **Tlak v prázdném prostoru láhve: 40,4 atm.**

Výpočet: Množství rozpuštěného oxidu uhličitého známe od začátku, stačí tedy předpokládat úplné uvolnění a natlakování v prostoru 165 ml bez nápoje. Dosazením do stavové rovnice získáme tlak

$$p = \frac{mRT}{MV} = \frac{12 \cdot 8{,}314 \cdot 298{,}15}{44 \cdot 1{,}65 \cdot 10^{-4}} = 4{,}1 \text{ MPa} = 40{,}4 \text{ atm}$$

Za výpočet tlaku 0,50 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

Úloha 3 Kontinuální linka na přípravu slivovice **7 bodů**

1) **Fáze v proudech:** 1 – Pevná a kapalná, 2 – kapalná, 3 – kapalná, 4 – plynná, 5 – kapalná, 6 – kapalná, 7 – plynná, 8 – kapalná, 9 – kapalná, 10 – pevná

Za správné určení fází celkem 0,50 bodu.

2) **Teploty v kotlích:** 98 °C surovinový kotel, 92 °C produktový kotel

Výpočet: Začneme surovinovým kotlem, který je nastavený tak, aby právě polovinu převáděl rovnovážně na parní fázi. Potřebujeme znát molární zlomek ethanolu v binární směsi. Jelikož je zadáno, že v bečce je 9:81:10 hmotnostní poměr ethanolu, vody a pecek. Filtr pecek odstraní všechny pecky a zůstane ethanol s vodou v poměru 9 : 81, tzn. 10 % ethanolu a 90 % vody. Aby kotel pracoval tak, že polovina směsi jde do parní fáze, musíme ze znalostu pákového pravidla najít takový bod v grafu, kde je křivka kapaliny i parní fáze stejně daleko. Takový případ nastává při 98 °C, kdy kapalná fáze obsahuje 1 % ethanolu a parní 19 %.

Produktový kotel: Obdobně můžeme vyřešit teplotu produktového kotle, kam již víme, že přichází směs s hmotnostním obsahem ethanolu 19 %. Hledáme teď takový bod, který je v třech čtvrtinách vzdálenosti mezi křivkami kapalné a parní fáze. Takovému stavu velmi dobře odpovídá teplota 92 °C, kdy kapalná fáze obsahuje 8 % ethanolu a parní 53 %.

Za postup 0,50 bodu.
Za teplotu v každém kotli 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

3) **Počet beček bez čištění filtru: 69**

Výpočet: Nejdříve vypočítáme hmotnost pecek, která zaplní filtr zcela. Vyjdeme z definice mezerovitosti ze vzorečkovníku.

$$\varepsilon = 1 - \frac{V_p}{V}$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\frac{m_p}{\rho_p}}{\pi r^2 h}$$

$$\varepsilon \pi r^2 h \rho_p = \pi r^2 h \rho_p - m_p$$

$$m_p = \pi r^2 h \rho_p (1 - \varepsilon) = \pi \cdot (1\ \mathrm{m})^2 \cdot 0,4\ \mathrm{m} \cdot 1000\ \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^{-3} \cdot (1 - 0,45) = 691\ \mathrm{kg}$$

A jelikož každá bečka obsahuje 10 kg pecek, tak maximálně můžeme bez čištění filtru nalít do systému 69 beček.

Za postup 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

4) Účinnost celého procesu: 66,25 %

Výpočet: V 2. úkolu jsme vypočítali, že parní fáze produktového kotle obsahuje přibližně 53 % ethanolu. Jelikož dávkovač nám pouští 100 g/s směsi, která obsahuje 10 % ethanolu, přichází do systému 10 g ethanolu za sekundu. Polovina z celkového množství odejde proudem 5 (zbývá 50 g/s) a ¾ z tohoto množství odejde proudem 8, takže produktu vzniká pouze 12,5 g/s. Jelikož ethanol tvoří přibližně 53 % produktu, máme 6,625 g/s ethanolu, což tvoří 66,25 % ethanolu, který do systému vstoupil.

Za postup řešení 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

5) Objemový zlomek se zanedbáním objemové kontrakce: 59 %

Výpočet: Zanedbáváme-li objemovou kontrakci, je objem směsi dán součtem objemů jeho komponent.

$$\boldsymbol{\varphi = \frac{V_{\mathrm{EtOH}}}{V} = \frac{V_{\mathrm{EtOH}}}{V_{\mathrm{EtOH}} + V_{\mathrm{voda}}} = \frac{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}}}}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{m_{\mathrm{voda}}}{\rho_{\mathrm{voda}}}}}$$

Jelikož ale známe hmotnostní zlomky v produktu, můžeme je rovnou dosadit, protože na celkovém množství produktu při přepočtu zlomků nezáleží.

$$\boldsymbol{\varphi = \frac{\frac{0,53}{789\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}}}{\frac{0,53}{789\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}} + \frac{0,47}{1000\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}}} = 59\ \%}$$

Za postup řešení 0,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

6) Objemový zlomek bez zanedbání objemové kontrakce:

Výpočet: Vyjdeme z „definice“ dodatkového molárního objemu, tak jak je napsáno v zadání: Jedná se o objem, o který bude objem jednoho molu směsi větší než objem jeho nesmíchaných komponent.

$$V_{\mathrm{m}} = x_{\mathrm{EtOH}} V_{\mathrm{m,EtOH}} + x_{\mathrm{voda}} V_{\mathrm{m,voda}} + V^E$$

$$\boldsymbol{\frac{V}{n} = x_{\mathrm{EtOH}} \frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}} n_{\mathrm{EtOH}}} + x_{\mathrm{voda}} \frac{m_{\mathrm{voda}}}{\rho_{\mathrm{voda}} n_{\mathrm{voda}}} + V^E}$$

$$\boldsymbol{\frac{V}{n_{\mathrm{EtOH}} + n_{\mathrm{voda}}} = \frac{n_{\mathrm{EtOH}}}{n_{\mathrm{EtOH}} + n_{\mathrm{voda}}} \frac{M_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{n_{\mathrm{voda}}}{n_{\mathrm{EtOH}} + n_{\mathrm{voda}}} \frac{M_{\mathrm{voda}}}{\rho_{\mathrm{voda}}} + V^E}$$

$$\boldsymbol{\frac{V}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}} = \frac{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}} \frac{M_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}} + \frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}} \frac{M_{\mathrm{voda}}}{\rho_{\mathrm{voda}}} + V^E}$$

$$\frac{V}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}}=\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}}\frac{1}{\rho_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}}\frac{1}{\rho_{\mathrm{voda}}}+V^E$$

Dosadíme do definice objemového zlomku.

$$\varphi=\frac{V_{\mathrm{EtOH}}}{V}=\frac{\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\rho_{\mathrm{EtOH}}}}{\left[\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{\left(\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}\right)\rho_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{\left(\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}\right)\rho_{\mathrm{voda}}}+V^E\right]\left(\frac{m_{\mathrm{EtOH}}}{M_{\mathrm{EtOH}}}+\frac{m_{\mathrm{voda}}}{M_{\mathrm{voda}}}\right)}$$

Nyní máme konečně připravený elegantní vztah, do kterého můžeme dosadit a získáme.

$$\varphi = 61\ \%$$

Za postup řešení 1,50 bodu.
Za správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

7) Komerční název a cena:

Za jakýkoliv název budou uděleny body. V případě ceny budou akceptovány částky od 10 000 Kč. Nižší cena znamená naprostý neodhad hodnoty takovéhoto aparátu.

Za jakýkoliv název 0,25 bodu.
Za cenu přístroje v řádu aspoň desítek tisíc Kč 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

BIOCHEMIE 12 BODŮ

Úloha 1 Translace 7 bodů

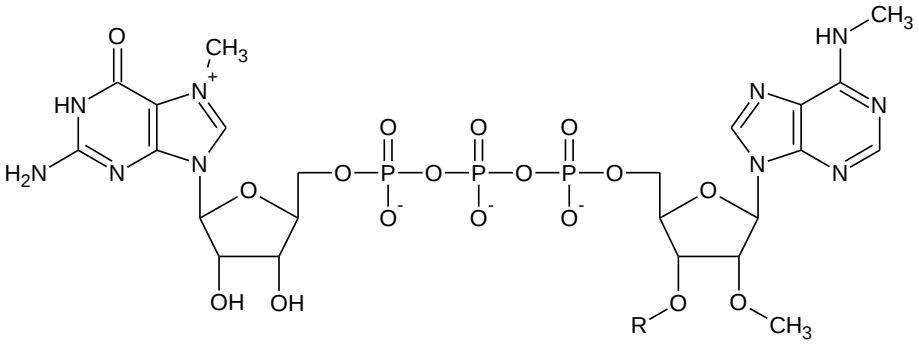
1) **Aminokyseliny:** bazické

Částice: draselné a hořečnaté kationty

Aminokyseliny 0,20 bodu.
Částice 0,30 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

2) **Vzorec:**



Vzorec 2,00 bodu.
Chybějící kladný náboj/methyl na guaninu −0,50 bodu.
Alespoň jeden chybějící methyl na adenosinu −0,5 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

3) **Zdůvodnění:** Algoritmy maximalizující počet kanonických párů a G:U párů neberou v úvahu možnou tvorbu jiných nekanonických párování a dalších interakcí, například báze-fosfát. Výsledkem je velké množství údajně nespárovaných regionů, nicméně takovéto „volné“ nukleotidy bývají téměř vždy nějak spárovány. Není výjimkou, že predikovaný úsek dvoušroubovice se ve skutečnosti vůbec nevytvoří a báze se spárují úplně jinak, protože je to pro ně celkově výhodnější. Není to ovšem kvůli tomu, že by bioinformatici byli líní, ale protože predikce struktury ze sekvence je velice složitý a zatím nevyřešený problém.

0,80 bodu.

4) **Odpověď:** Byl vytvořen první glóbus. Dalo by se i zmínit, že Kryštof Kolumbus doplul do Karibiku, což značí konec středověku a začátek novověku.

0,20 bodu.

5) **Označení:** Interakce A-minor.

0,50 bodu.

6) **Výpočet:** Ribozom syntetizuje rychlostí 8 aminokyselin za sekundu, což odpovídá 8 kodonům za sekundu. Každý kodon je tvořen 3 nukleotidy, takže ribozom přejede přes 24 nukleotidů. Délka jednoho nukleotidu je 0,35 nm, ribozom tedy jede rychlostí 0,35 nm × 24 s^{-1}, tj. 8,4 nm/s.

Odpověď: Ribozom se pohybuje rychlostí 8,4 nm/s.

Výpočet 1,40 bodu.
Odpověď 0,10 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

7) **Odpověď**: Ribozom urazí větší vzdálenost po mRNA. Délce tří nukleotidů, tj. kodonu, odpovídá nárůst pouhé jedné aminokyseliny neboli pouhých tří atomů k páteři celého proteinu.

0,50 bodu.

8) **Vysvětlení:** mRNA v žádném případě není natažená rovná cesta. Molekula mRNA se může různě navíjet a sbalovat a tvořit komplexní útvary a interagovat s proteiny i přímo s ribozomem, a ovlivňovat tak translaci. mRNA tedy není pouhá páska ke čtení informací, ale aktivně se podílí na regulaci translace.

1,00 bodu.

Úloha 2 Raná Země a vznik života **5 bodů**

1) **Vysvětlení:** Panspermická teorie pouze odsouvá problém vzniku života na jiné místo ve vesmíru.

0,50 bodu.

2) K mírně odlišné nukleové kyselině vede mechanismus A, kde kromě „správných“ 5′,3′ fosfodiesterových můstků vznikají i 2′,5′ spojení. Je tomu tak proto, že při štěpení 2′,3′-cyklického fosfátu může dojít k přerušení vazby jak mezi 2′-kyslíkem a fosforem (čímž vznikne správný 5′,3′ fosfodiesterový můstek), tak mezi 3′-kyslíkem a fosforem (čímž vznikne „špatný“ 5′,2′ fosfodiesterový můstek).

Dovysvětlení (není součástí odpovědi): V mechanismu B by teoreticky taktéž mohlo dojít ke štěpení dvojím způsobem. Ke špatnému štěpení cyklického fosfátu (uspořádání reakčních šipek v obrázku ani tuto možnost nepřipouští) však nedochází v důsledku prostorového uspořádání nukleotidů, v němž jsou v rigidních pozicích guanosiny nastackovné na sebe, a tudíž nukleofilní atak na fosfor může skončit odstoupením pouze „správného“ kyslíku.

1,00 bodu (bez zdůvodnění 0 bodů).

Polymerizace je mechanismus B, který je iniciován příchozí bází, ale pak už řetězení probíhá kaskádovitě samo.

Dovysvětlení (není součástí odpovědi): Kaskádovitý postup je umožněn tím, že guanosiny jsou nastackované na sebe.

1,00 bodu (bez zdůvodnění 0 bodů).

Polynukleotidy o délce až 120 nukleotidů vznikají primárně spojováním předtím vytvořených delších oligonukleotidů.

1,00 bodu.

Celkem 3,00 bodu.

3) **Vysvětlení:** V případě posunutých dlouhých oligonukleotidů je vytvořená dvoušroubovice stále velmi stabilní se spoustou párů bází, jak je vidět ze schématu:

Naopak v případě krátkých oligonukleotidů ani plné spárování nevede k vysoké stabilitě dvoušroubovice, natož pokud by měly být řetězce posunuté a dvoušroubovice by tak byla tvořena ještě méně páry.

1,50 bodu.