



58. ročník

2021/2022

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**5 BODŮ****Úloha 1 Aqua komplexy kationtů****3 body**1) **A:** CuO; **B:** SO₂; **C:** O₂; **D:** Cu₂O

za každou správnou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu2) **t₁–t₂:** 65–120 (cca 40–150); **t₃:** 220 (cca 190–250); **t₄:** 625 (cca 595–655); **t₅:** 875 (cca 845–905)Pozn.: u t₁ brát spíše spodní hranici 40 °C

za každou správnou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu3) **Výpočet:**

Výpočet dle vzorce

$$m = \frac{m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}} \cdot M_X$$

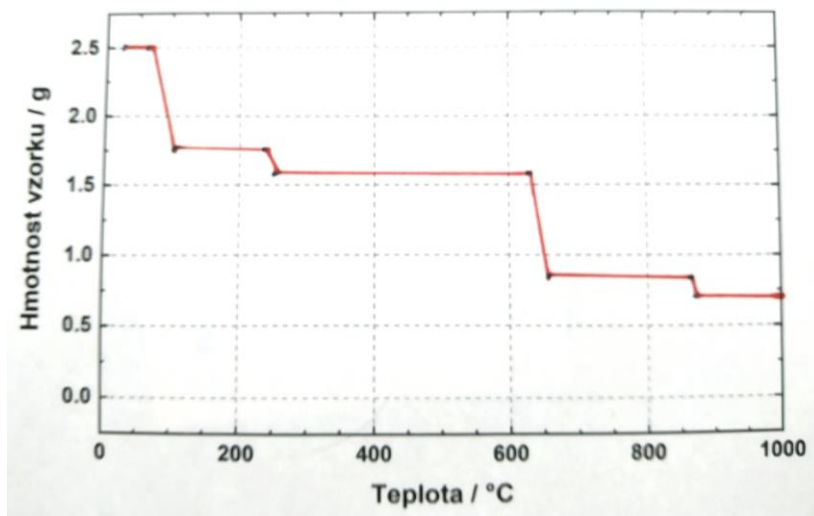
 M_X je v g mol⁻¹ $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,677$ $M(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 177,617$ $M(\text{CuSO}_4) = 159,602$ $M(\text{CuO}) = 79,545$ $M(\text{CuO}_{0,5}) = 71,546$

Látka	Hmotnost vzorku / g:
CuSO₄·5H₂O	2,500
CuSO₄·H₂O	1,778
CuSO₄	1,598
A	0,796
D	0,716

za každou správnou odpověď 0,125 bodu

celkem 0,50 bodu

4) Graf závislosti hmotnosti vzorku na teplotě:



Pozn.: Při hodnocení grafu vycházet z teplot (pokud jsou v toleranci) z předchozího úkolu. Změny hmotnosti mohou být skokové, tj kolmice na horizontální čáru, nebo pozvolné v rozmezí cca 30 °C. Stejně tak změna hmotnosti na hraničních bodech může být plynulá.

Monohydrátu je dosaženo při teplotě 80–150 °C, takže čas je:

$$(80-30)/5 = 10 \text{ min}$$

$$(150-30)/5 = 24 \text{ min}$$

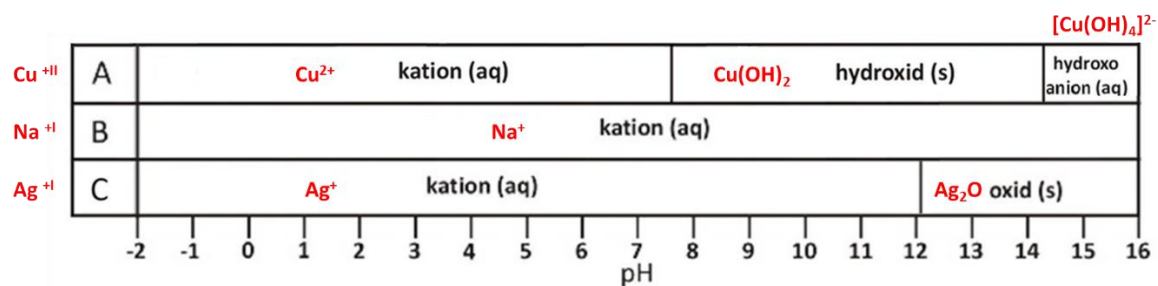
V případě pozvolnějšího poklesu hmotnosti lze uznat až 180 °C, tj 30 min.

Monohydrát síranu měďnatého je tedy získán po **10–24 min (30 min max)**.

za graf 0,375 bodu
za čas v toleranci 0,125 bodu
celkem 0,50 bodu

Úloha 2 Diagramy predominantních stavů

1 bod

1) Hodnoty pK_a jednotlivých iontů: Ag^+ ... 12,0 | Na^+ ... 14,8 | Cu^{+II} ... 7,5

za určení kovu a formy v řádku 0,25 bodu

celkem 0,75 bodu

2) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Ag}^+ + 2\text{OH}^-$, bazické prostředí

0,25 bodu

Úloha 3 Rozpustnost solí**1 bod****1) Výpočet:***Možnost 1:*

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

$$[Ag^+] = [Cl^-]$$

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

$$[Ag^+] = \sqrt{K_{SP}}$$

0,25 bodu

$$[Ag^+] = \sqrt{1,77 \times 10^{-10}}$$

$$[Ag^+] = 1,33 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

0,25 bodu

$$\text{rozpustnost} = [Ag^+] \times M_{AgCl} \times 0,1$$

$$\text{rozpustnost} = 1,33 \times 10^{-5} \times 143,32 \times 0,1$$

rozpustnost = 0,000 191 g / 100 g vody

0,50 bodu

*Možnost 2:**vzorec lze dát i dohromady:*

$$\text{rozpustnost} = \sqrt{K_{SP}} \times M_{AgCl} \times 0,1$$

*v tomto případě za obecný vzorec 0,50 bodu
za výsledek 0,50 bodu***celkem 1,00 bodu**

ORGANICKÁ CHEMIE

5 BODŮ

Úloha 1 Katenan

3 body

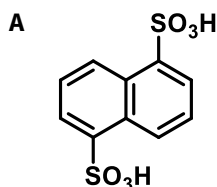
- 1) Elektronově bohatý systém je 1,5-dioxynaftalenová jednotka, jelikož naftalen sám o sobě je relativně elektronově bohatý a tento je navíc substituován elektrondonorními etherovými skupinami.

Elektronově chudý systém je N,N' -dialkyl-4,4'-bipyridiniová jednotka, protože samotný pyridin je díky dusíku relativně elektronově chudý a tato jednotka má navíc dvojitý kladný náboj.

*za každou rozumně zdůvodněnou správnou odpověď 0,05 bodu
za uvedení více odpovědí v každé části 0,00 bodu za danou část*

celkem 0,10 bodu

- 2) Sulfonace naftalenu za pokojové teploty je řízena kineticky a to do polohy 1 (α -polohy). Sulfonace deaktivuje aromatické jádro, a tudíž druhá sulfonace probíhá na sousedním jádře. Druhá sulfonace probíhá opět do α -polohy, a to do té, která není stericky blokována první skupinou, tedy do polohy 5.

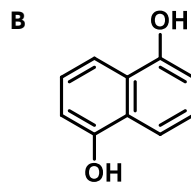


za strukturu 0,10 bodu

za každé správné zdůvodnění jednotlivých jevů 0,10 bodu

celkem 0,40 bodu

- 3)

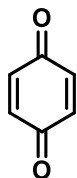


Tavením současně vzniká siřičitan sodný.

za strukturu a siřičitan sodný po 0,15 bodu

celkem 0,30 bodu

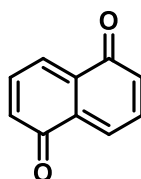
4)



Lze uznat i chinhydron, tj. 1:1 komplex hydrochinonu a benzochinonu.

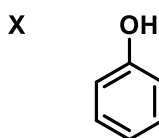
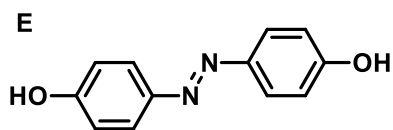
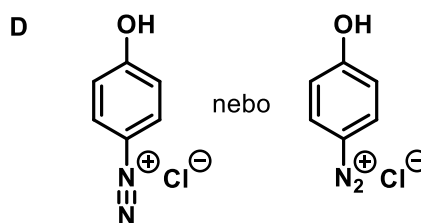
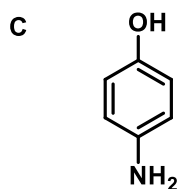
za strukturu **0,15 bodu**

5)



za strukturu (včetně správně zapsaných dvojných vazeb) **0,15 bodu**

6)



Produkt **C** lze uznat též jako hydrochlorid v libovolném správném zápisu.

za každou správnou strukturu 0,15 bodu

celkem 0,60 bodu

7) Pro redukci v kombinaci s kyselinou chlorovodíkovou lze z dané nabídky použít pouze zinek a hliník.

za každý správný kov 0,05 bodu
za každý nesprávný kov odečíst 0,05 bodu
minimální bodový zisk 0,00 bodu

celkem 0,10 bodu

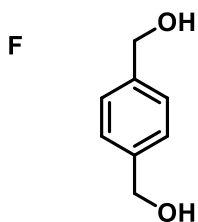
- 8) Pro bromaci benzylové polohy potřebujeme zdroj bromu, tedy například elementární brom nebo NBS (*N*-bromosukcinimid) a zdroj radikálů, například organické peroxidy (dibenzoylperoxid) nebo AIBN (*N,N*-azobis(isobutyronitril)).

za správný iniciátor a současně správný zdroj bromu **0,10 bodu**

- 9) Získává se z poly(ethyltereftalátu) (PET). Poznámka: Dimethyl-tereftalát se získává transesterifikací PET methanolem.

za správnou odpověď **0,10 bodu**

10)



Jako činidlo **Y** můžeme použít téměř jakoukoliv látku převádějící alkoholy na příslušné bromderiváty. Nejjednodušší je kyselina bromovodíková (HBr), rozumná použitelná činidla jsou bromid thionylu (SOBr₂), bromid sulfurylu (SO₂Br₂), bromid fosforitý (PBr₃), bromid fosforečný (PBr₅), bromid boritý (BBr₃) a oxalylbromid ((COBr)₂).

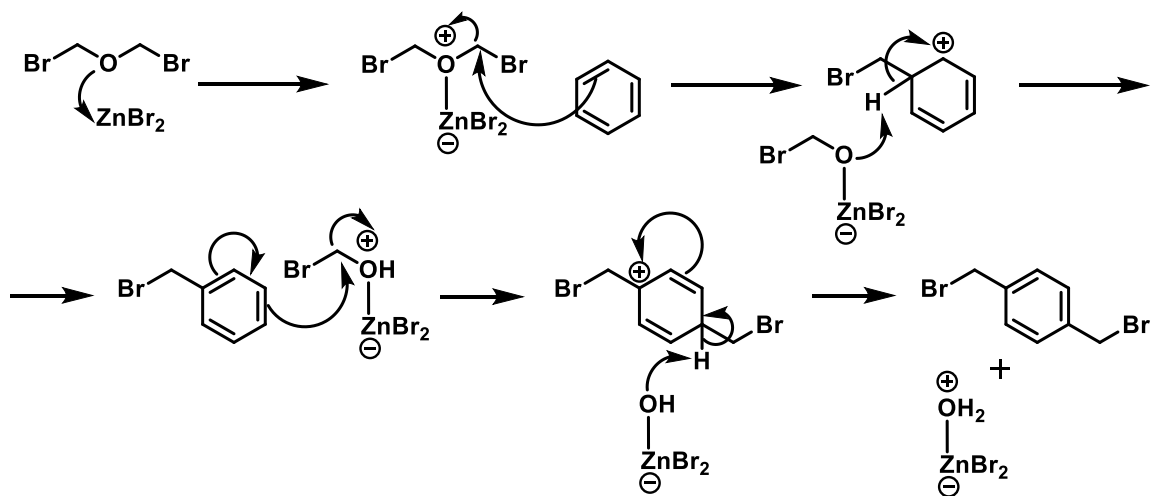
Appelova reakce (v tomto případě použití kombinace PPh₃ a CBr₄) není považována za činidlo a její znalost studenty není předpokládána, ale lze ji uznat.

za správnou strukturu **F** 0,10 bodu

za správné činidlo 0,10 bodu

celkem 0,20 bodu

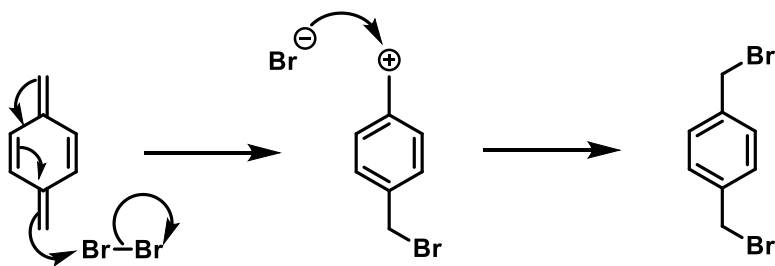
11)



za každý správně zapsaný krok včetně šipek 0,10 bodu

celkem 0,50 bodu

12)



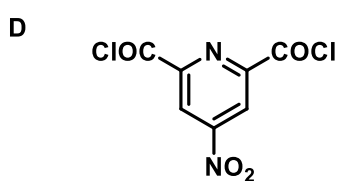
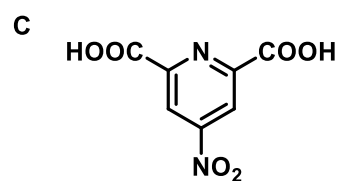
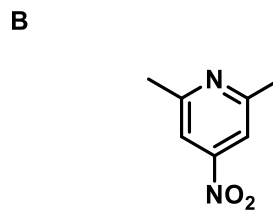
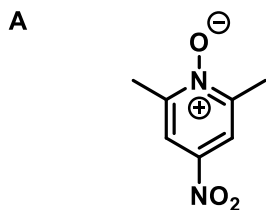
za každý správně zapsaný krok včetně šipek po 0,15 bodu

celkem 0,30 bodu

Úloha 2

2 body

1)



Produkty **C** a **D** lze uznat též jako příslušný hydrochlorid.

za každou správnou strukturu 0,15 bodu

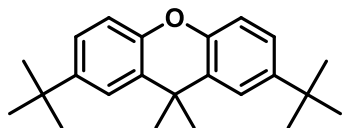
celkem 0,60 bodu

2) Vzniká trifenylofosfinoxid ($\text{Ph}_3\text{P}=\text{O}$). Poznámka: Afinita fosforu ke kyslíku je hnací silou této reakce.

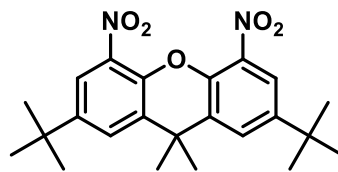
za správnou látku **0,10 bodu**

3)

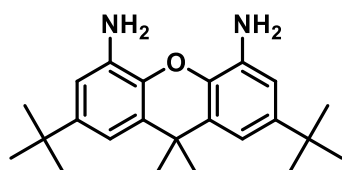
E



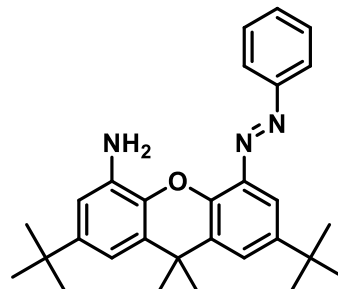
F



G



H

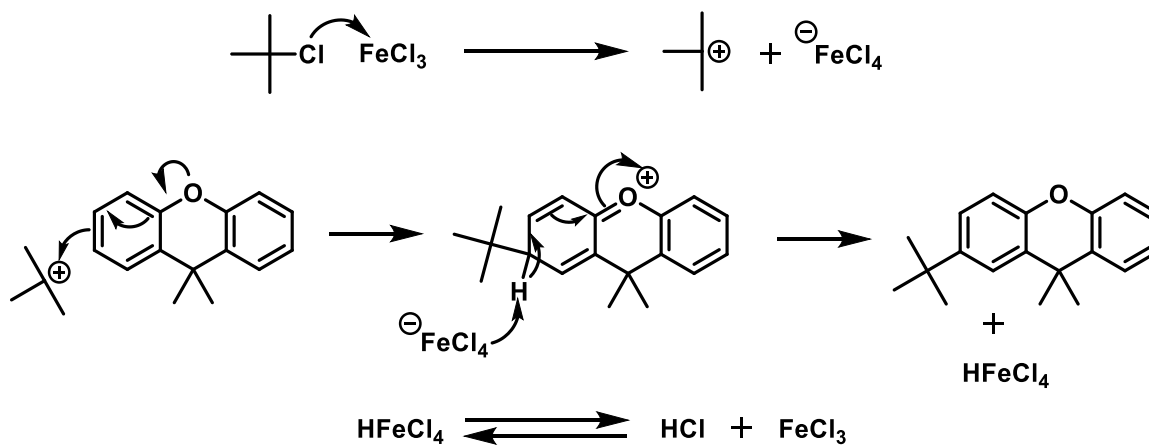


Lze uznat i (Z) izomer látky H.

za každou správnou strukturu 0,20 bodu

celkem 0,80 bodu

4)



Druhá substituce probíhá stejným mechanismem. Poslední šipka nemusí být rovnovážná.

za každý správně zapsaný krok včetně šipek 0,10 bodu

celkem 0,40 bodu

5) Obě azo vazby musí mít konfiguraci (Z).

za správnou odpověď 0,10 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

5 BODŮ

Úloha 1 Když ethanol potká benzen

2 body

- 1)
- Teplota varu ethanolu:**
- 78,4 °C.

Výpočet: Kromě toho, že se jedná o hodnotu snadno dohledatelnou na internetu, je to také teplota, která je hodnotou obou křivek (kapaliny i páry) v bodě $x = 100 \%$, tzn. čistý ethanol.

za uvedení hodnoty mezi 78 °C a 78,5 °C **0,10 bodu**

- 2)
- Skupenství směsi:**
- Kapalné

Výpočet: Pro směs obsahující 80 % ethanolu platí svislice vedená $x = 80 \%$. Bod odpovídající teplotě 69 °C se nachází pod oběma křivkami, takže se celá směs nachází v kapalném skupenství.

za správné určení fáze **0,10 bodu**

- 3)
- Teplota varu směsi:**
- 70 °C

Výpočet: Kapalná směs začne vařit v momentě, kdy při zvyšování teploty protne křivku kapaliny, tzn. Pro naši směs o $x = 80 \%$ se jedná o 70 °C.

za uvedení hodnoty mezi 70 °C a 78,5 °C **0,10 bodu**

- 4)
- Složení kondenzátu:**
- Ethanol-benzen 60:40.

Výpočet: Složení parní fáze získáme vedením vodorovné čáry v grafu z bodu, který nám určuje složení a teplota varu. Naše složení nám určuje bod, kde se tato čára protne s křivkou parní fáze.

za uvedení molárního procenta ethanolu mezi 60 % a 62 % **0,10 bodu**

- 5)
- Složení kapalně a plynné fáze:**
- kapalná 87,5:12,5 a plynná 72:28 ethanol:benzen

Výpočet: Pro určení složení fází je opět třeba vést vodorovnou čáru grafem při požadované teplotě $T = 72 \text{ °C}$. Tato čára protne každou křivku ve dvou bodech. Jelikož však vycházíme ze složení $x = 80 \%$ ethanolu, takže nás zajímají protnutí křivky kapaliny a páry kolem tohoto složení.

za složení každé z fází v rozmezí 87 %–88 % ethanolu u kapalně a 71 %–72,5 % ethanolu u plynné **0,10 bodu**

celkem 0,20 bodu

6) Zbývající množství směsi v kapalně fázi: 1,03 mol

Výpočet: K výpočtu využijeme pákové pravidlo v předpisu, tak jak je ve vzorečkovníku:

$$(z_i - x_{i,1})n_{i,1} = (x_{i,2} - z_i)n_{i,2}$$

kde z je složení původní směsi, x složení fází, n látková množství v daných fázích a horní indexy označují příslušnou fázi. Dále víme, že máme celkem 2 moly směsi:

$$n_{i,1} + n_{i,2} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{i,1} = 2 \text{ mol} - n_{i,2}$$

Dosadíme do rovnice pákového pravidla. Molární složení můžeme dosazovat ve zlomcích i v procentech.

$$(80 \% - 72 \%)(2 \text{ mol} - n_{i,2}) = (87,5 \% - 80 \%)n_{i,2}$$

$$8 \% \cdot (2 \text{ mol} - n_{i,2}) = 7,5 \% \cdot n_{i,2}$$

$$16 \text{ mol} - 8n_{i,2} = 7,5n_{i,2}$$

$$n_{i,2} = \frac{16}{15,5} \text{ mol} = 1,03 \text{ mol}$$

za použití pákového pravidla 0,10 bodu

za postup řešení 0,20 bodu

za správné řešení (dle určeného složení kapalně a parní fáze se může lišit s autorským) 0,10 bodu

celkem 0,40 bodu

7) Objem benzenu a ethanolu:

Výpočet: Objem ethanolu a benzenu vypočteme z látkového množství dle vzorce:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{nM}{\rho}$$

Neznáme sice látková množství, ale víme, že v případě směsi 80:20 ethanol:benzen máme 4x více ethanolu než benzenu. Zároveň známe celkový objem. Dostáváme soustavu rovnic:

$$n_{\text{EtOH}} = 4n_{\text{Benzen}}$$

$$V_{\text{EtOH}} + V_{\text{Benzen}} = 1 \text{ l}$$

$$V_{\text{Benzen}} = \frac{n_{\text{Benzen}} M_{\text{Benzen}}}{\rho_{\text{Benzen}}}$$

$$V_{\text{EtOH}} = \frac{n_{\text{EtOH}} M_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}}$$

S nalezenými hodnotami molárních hmotností a hustoty máme 4 rovnice pro 4 neznámé (objemy a látková množství obou komponent).

Možné řešení soustavy: Podělíme čtvrtou rovnicí třetí:

$$\frac{V_{\text{EtOH}}}{V_{\text{Benzen}}} = \frac{\frac{n_{\text{EtOH}} M_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}}}{\frac{n_{\text{Benzen}} M_{\text{Benzen}}}{\rho_{\text{Benzen}}}}$$

$$\frac{V_{\text{EtOH}}}{V_{\text{Benzen}}} = \frac{n_{\text{EtOH}} M_{\text{EtOH}} \rho_{\text{Benzen}}}{n_{\text{Benzen}} M_{\text{Benzen}} \rho_{\text{EtOH}}}$$

$$\frac{V_{\text{EtOH}}}{V_{\text{Benzen}}} = 4 \frac{46,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 876 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}{78,11 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 789 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}} = 2,62$$

Nyní jsme omezili problém na 2 rovnice (součet a podíl objemů).

$$V_{\text{EtOH}} + V_{\text{Benzen}} = 1 \text{ l}$$

$$2,62V_{\text{Benzen}} + V_{\text{Benzen}} = 1 \text{ l}$$

$$V_{\text{Benzen}} = 0,28 \text{ l}, V_{\text{EtOH}} = 0,72 \text{ l}$$

za postup 0,40 bodu
za správný výsledek 0,20 bodu

celkem 0,60 bodu

8) **Název bodu:** Azeotrop

za správný název bodu **0,10 bodu**

9) **Nejlepší možné složení:**

a) azeotropická směs (cca. 42 % ethanolu a 58 % benzenu)

b) čistý ethanol

Výpočet: Zatímco v případě čistého ethanolu nám nic nebrání v cestě opakovaným oddestilováním benzenu se dostat k čistému ethanolu, v případě opakované destilace a zkvalňování par nemůžeme překročit azeotropickou směs.

za uvedení azeotropické směsi nebo složení směsi tomu odpovídající (mezi 41 % a 45 % ethanolu) v bodě a) 0,10 bodu
za uvedení čistého ethanolu v bodě b) 0,10 bodu

celkem 0,20 bodu

10) **Praktické využití směsi:**

Směs ethanolu s benzenem opravdu není typicky využívanou směsí. Dá se spekulovat o využití této směsi látek s různou polaritou při chromatografiích nebo pokud budeme podrobně hledat, můžeme narazit například na katalytickou výrobu ethylbenzenu pomocí zeolitových katalyzátorů (Emana, A.N., Chand, S. Alkylation of benzene with ethanol over modified HZSM-5 zeolite catalysts. *Appl Petrochem Res* 5, 121–134 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13203-015-0100-7>). Řešitelům udělte body za jakýkoliv pokus o praktické využití této směsi.

za jakýkoliv pokus o nalezení využití **0,10 bodu**

Úloha 2 Silniční kontrola**1,5 bodu****1) Látkové množství dusíku:** 37,0 mmol**Výpočet:** S využitím Daltonova zákona získáme parciální tlak dusíku ve vzduchu

$$p_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2}p = 0,78 \cdot 101800 = 79404 \text{ Pa}$$

a dosadíme zadané hodnoty do stavové rovnice ideálního plynu

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{79404 \cdot 0,0012}{8,314 \cdot 310,15} = 0,0370 \text{ mol} = \mathbf{37,0 \text{ mmol}}$$

za výpočet látkového množství dusíku **0,15 bodu****2) Molární procenta:** 0,028 %**Výpočet:**

Uvažujeme-li stejné podmínky a složení vzduchu, je látkové množství atmosférických plynů včetně ethanolu v jednom litru dle stavové rovnice ideálního plynu rovno

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101800 \cdot 0,001}{8,314 \cdot 310,15} = 0,039 \text{ mol}$$

Molární procenta ethanolu ve směsi se vzduchem poté dostaneme dosazením do vztahu

$$y_{\text{EtOH}} = \frac{n(\text{EtOH})}{n(\text{vzduch} + \text{EtOH})} 100 = \frac{1,09 \cdot 10^{-5}}{0,039} 100 = \mathbf{0,028 \%}$$

za výpočet látkového množství plynů 0,15 bodu

za výpočet látkového množství ethanolu 0,15 bodu

za výpočet molárních procent ethanolu (tedy ne molárního zlomku) 0,15 bodu

celkem 0,45 bodu

- 3) Molární zlomek za platnosti:
- Raoultova zákona: $1,86 \cdot 10^{-3}$
 - Henryho zákona: $4,38 \cdot 10^{-4}$

Výpočet:

Pro vypočtení molárního zlomku ethanolu v krvi (vodě) dle Raoultova zákona dosadíme do rovnice

$$x_{\text{EtOH}} = \frac{py_{\text{EtOH}}}{p_{\text{EtOH}}^0} = \frac{101800 \cdot 0,00028}{15299} = 1,86 \cdot 10^{-3}$$

Analogicky lze vypočíst molární zlomek ethanolu v krvi dle Henryho zákona. Henryho konstanta je po přepočtení jednotek rovna 65152 Pa.

$$x_{\text{EtOH}} = \frac{py_{\text{EtOH}}}{H_{\text{EtOH}}} = \frac{101800 \cdot 0,00028}{65152} = 4,38 \cdot 10^{-4}$$

za výpočet molárního zlomku dle Raoultova zákona 0,15 bodu
za výpočet molárního zlomku dle Henryho zákona 0,15 bodu

celkem 0,30 bodu

- 4) Množství ethanolu v krvi:
- Dle Raoultova: 4,76 promile
 - Dle Henryho: 1,12 promile
 - Dle oficiálního přepočtu: 1,05 promile

Výpočet:

Uvažujeme-li zjednodušení, že 1 kg krve odpovídá 1 dm³ vody, pak je látkové množství vody rovno 55,56 mol. To lze poté společně s vypočtenými molárními zlomky dosadit do rovnice

$$n_{\text{EtOH}} = \frac{x_{\text{EtOH}} n_{\text{voda}}}{1 - x_{\text{EtOH}}}$$

Tím jsme vypočítali látkové množství ethanolu v 1 kg krve, které stačí vynásobit molární hmotností k získání hmotnostní koncentrace v krvi (jednotky jsou g/kg, proto je třeba ještě převodu). Pověšimněte si, že za daných podmínek jsme našimi úvahami došli k poměrně přesnému výsledku, který by se však od přepočtu lišil, pokud by se změnila venkovní teplota nebo tlak.

za výpočet množství ethanolu dle Raoultova zákona 0,15 bodu
za výpočet množství ethanolu dle Henryho zákona 0,15 bodu
za diskuzi/porovnání s oficiálním přepočtem 0,15 bodu

celkem 0,45 bodu

- 5) **Hrozící postih:** Pokud je řidiči naměřeno více než 1,0 promile, jde o trestný čin a trestem může být odnětí svobody až na jeden rok, peněžní pokuta či zákaz řízení.

za popis hrozícího postihu **0,15 bodu**

Úloha 3 Kinetická teorie plynů se představuje

1,5 bodu

- 1) **Prvek:** Helium (Je možné uznat také izotop ^4Li či molekulu deuteria.)

Výpočet: Máme zadánu hmotnost částice: $6,64 \cdot 10^{-27}$ kg. Podělením této hmotnosti atomovou hmotností konstantou (je zadána v konstantách) získáme relativní hmotnost 4,00, což odpovídá heliu.

za uvedení helia **0,15 bodu**

- 2) **Hustota pravděpodobnosti:** 0,00069

Výpočet: Hodnotu hustoty pravděpodobnosti při 1000 m/s odečteme z grafu.

za hustotu pravděpodobnosti mezi 0,00068 a 0,0007 **0,15 bodu**

- 3) **Pravděpodobnost:** 17,6 %

Výpočet: Jak je napovězeno v textu, pravděpodobnost toho, že částice helia bude mít rychlost mezi $1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $2000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je dána obsahem obrazce pod křivkou. Tento obrazec můžeme aproximovat jako lichoběžník:

$$S = \frac{(a + c)v}{2}$$

$$P = S = \frac{(0,0006 + 0,0003) \cdot 500}{2} = 0,225 = 22,5 \%$$

Pozn. Správnější řešení problému dostaneme určitým integrálem zadané funkce podle rychlosti v mezích od 1500 do 2000. Numericky vyjde stejně.

za postup řešení 0,15 bodu
za výsledek mezi 21,5 % a 23,5 % 0,15 bodu

celkem **0,30 bodu**

- 4) **Nejpravděpodobnější rychlost:** $1160 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Výpočet: Ze vzorce zadaného ve vzorečkovníku:

$$v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

$$v_p = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 323,15 \text{ K}}{6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 1160 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

za správný výsledek **0,15 bodu**

5) **Působící síla: $4,46 \cdot 10^{-13} \text{ N}$**

Výpočet: Ze zadaných vztahů (3) a (4) vyjádříme rychlost ve směru osy x.

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$$

$$v_x^2 = v_y^2 = v_z^2$$

$$v^2 = 3v_x^2$$

$$v_x^2 = \frac{1}{3}v^2$$

Nyní dosadíme do vzorce (2) a vypočteme objem krychle a povrch na který částice naráží. Za v^2 dosadíme střední kvadratickou rychlost ze zadaného vztahu ve vzorečkovníku.

$$F_x = \frac{SNm}{3V} v^2$$

$$F_x = \frac{SNm}{3V} \frac{3kT}{m}$$

$$F_x = \frac{SNkT}{V}$$

$$F_x = \frac{(0,01 \text{ m})^2 \cdot 1\,000\,000 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323,15 \text{ K}}{(0,01 \text{ m})^3} = 4,46 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

za postup 0,30 bodu
za správný výsledek 0,15 bodu

celkem 0,45 bodu

6) **Tlak plynu:**

Výpočet: Známe-li sílu, můžeme vypočítat tlak jako sílu dělenou plochou, na kterou působí.

$$p = \frac{F}{S} = \frac{SNkT}{VS} = \frac{NkT}{V} = \frac{1\,000\,000 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323,15 \text{ K}}{(0,01 \text{ m})^3} = 4,46 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}$$

Pozn. Není bez zajímavosti, že vztah, ke kterému jsme došli je stejný jako známá stavová rovnice ideálního plynu.

za postup 0,15 bodu
za správný výsledek 0,15 bodu

celkem 0,30 bodu

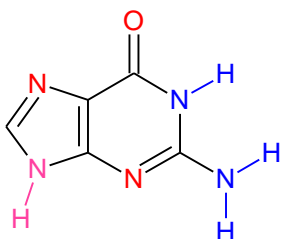
BIOCHEMIE

5 BODŮ

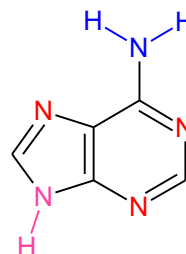
Úloha 1 Stavební kameny

3 body

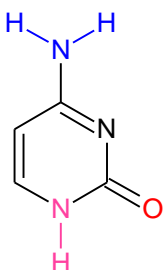
1) Vzorce:



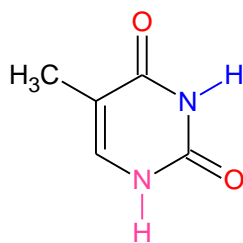
Guanin – G



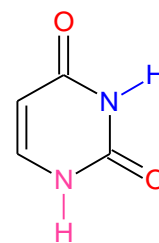
Adenin – A



Cytosin – C



Thymin – T



Uracil – U

Iminoskupina pro připojení na sacharid vyznačena růžově, donory vodíkových vazeb modře, akceptory vodíkových vazeb červeně.

Každou bázi hodnotit separátně:

za vzorec 0,05 bodu

za iminoskupinu 0,05 bodu

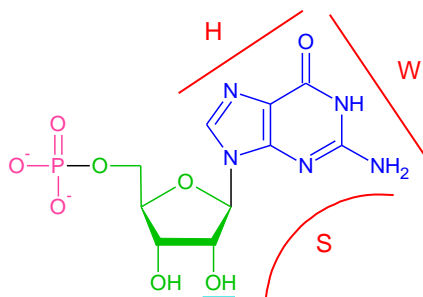
za všechny donory 0,05 bodu (pokud nejsou označeny všechny, tak 0,00 bodu)

za všechny akceptory 0,05 bodu (pokud nejsou označeny všechny, tak 0,00 bodu)

za každou bázi tak maximálně 0,20 bodu

celkem 1,00 bodu

2) Vzorec:



Báze modře, sacharid (ribosa) zeleně, fosfát růžově (uznat i nedisociovaný), nukleosid = modrá + zelená, Watson-Crickova hrana W, Hoogsteenova hrana H, sacharidová hrana S.

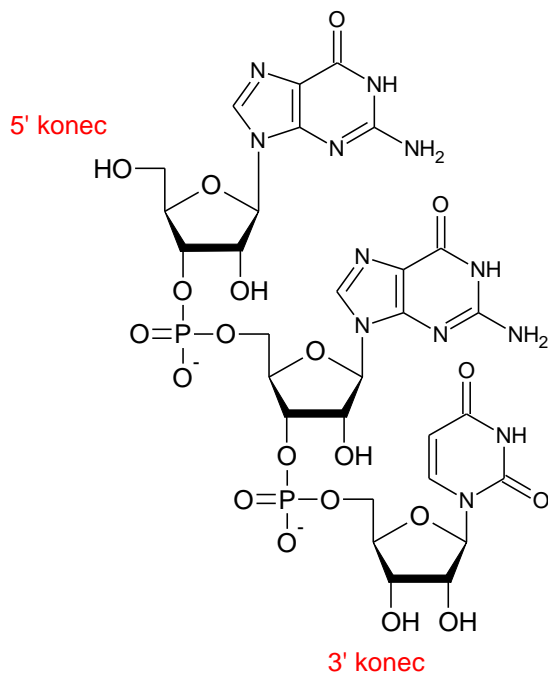
za správně vyznačené části 0,05 bodu

RNA obsahuje ribosu (na obrázku), DNA obsahuje 2'-deoxyribosu, tj. místo podtržené hydroxylové skupiny je jen vodík.

za rozdíl mezi RNA a DNA 0,05 bodu

celkem 0,40 bodu

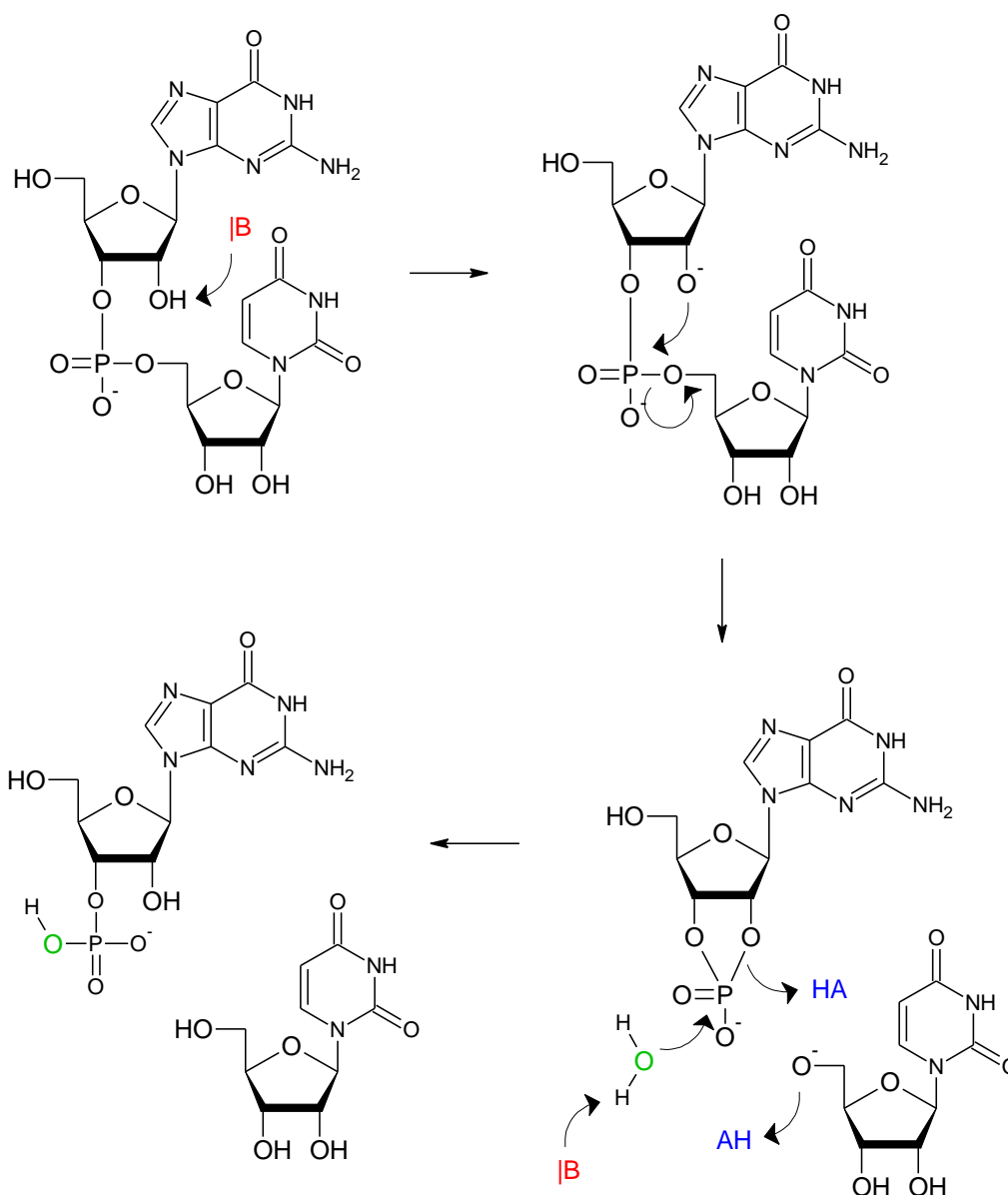
3) Vzorec:



za vzorec 0,15 bodu (pokud nebudou fosfáty v disociované podobě s formálním nábojem -1 , tak 0,05 bodu)
za oba vyznačené konce 0,05 bodu (pokud nejsou oba správně, tak 0 bodů)

celkem 0,20 bodu

4) Mechanismus:



V mechanismu je podstatné napadení 2'-hydroxylové skupiny obecnou bází a následně štěpení řetězce souběžně se vznikem intermediárního 2',3'-cyklického fosfátu. Ten je následně hydrolyzován na konečné produkty. Správně je kromě produktu s fosfátem navázaným na 3'-hydroxylovou skupinu i produkt s fosfátem na 2'-hydroxylové skupině. Pozn.: V této reakci mohou molekuly „HA“ a „B“ být stejným chemickým individuem lišícím se jen o jeden proton (například H_2O a OH^-). Obecně vzato však může být molekula „B“ a „HA“ odlišná. Jelikož se jedná o reakční schéma a nikoli rovnici, v různých krocích se objevují a mizí různé částice. Celkově se však při reakci spotřebuje jen jedna molekula vody, počet částic „B“ a „HA“ se nezmění.

za napadení 2'-hydroxylové skupiny 0,50 bodu

za 2',3'-cyklický fosfát 0,50 bodu

za oba konečné produkty správně 0,25 bodu

(místo konečného produktu s fosfátem na 3'-hydroxylové skupině lze uznat i produkt s fosfátem na 2'-hydroxylové skupině)

(pokud nejsou oba správně, pak 0 bodů)

Zdůvodnění: Tím, že DNA nemá 2'-hydroxylovou skupinu, nepodléhá samoštěpení působením obecných bází. Tudíž je méně náchylná k poškození.

0,05 bodu

celkem 1,30 bodu

- 5) **Vysvětlení:** 2'-hydroxylová skupina ribosy v ribonukleotidu může vystupovat jako donor (vodík) i akceptor (kyslík) vodíkových vazeb. Naopak 2'-vodík v deoxyribose netvoří vodíkové vazby. Ribonukleotidy v RNA mají tedy o jeden donor i akceptor vodíkových vazeb více než deoxyribonukleotidy v DNA.

0,10 bodu

Úloha 2 Nukleové kyseliny v akci**2 body**

1)

Tvrzení	Pravdivost
DNA v jádře zralých lidských červených krvinek je jednovláknová, aby se krvinky mohly protahovat tenkými kapilárami. <i>Červené krvinky nemají dokonce vůbec jádro.</i>	NE
Během replikace DNA dochází k přepisu informace z DNA do RNA a do bílkovin. <i>Při replikaci se kopíruje DNA.</i>	NE
Trojrozměrná struktura tRNA tvarem vypadá jako písmeno „L“ a její sekundární struktura se obvykle kreslí v podobě čtyřlístku.	ANO
DNA v jádrech buněk se navíjí kolem histonů a vytvářet tak nukleozomy.	ANO
Spliceozom slouží k odstraňování intronů z pre-mRNA.	ANO
Katalyticky aktivní molekuly RNA se označují jako ribozymy a DNA jako DNAzymy.	ANO
Při transkripci je dvoušroubovice DNA rozpletená kolem místa syntézy RNA.	ANO
Telomerasa je enzym, který obsahuje fragment RNA a prodlužuje telomerní DNA.	ANO
V průběhu translace tRNA nese kodon, který se páruje s antikodonem mRNA; tRNA zároveň nese aktivovanou aminokyselinu. <i>Kodon mRNA se páruje s antikodonem tRNA, která nese aktivovanou aminokyselinu.</i>	NE
Koronavirus SARS-CoV-2 je -RNA virus, který obsahuje třířetězcovou +DNA díky křížení s virem HIV. <i>SARS-CoV-2 je +RNA virus, obsahuje jednovláknovou RNA.</i>	NE

za každou správně uvedenou pravdivost (zdůvodnění není potřeba) 0,20 bodu

celkem 2,00 bodu