



**58. ročník**

**2021/2022**

**KRAJSKÉ KOLO**

**Kategorie A**

---

**Teoretická část – Řešení**

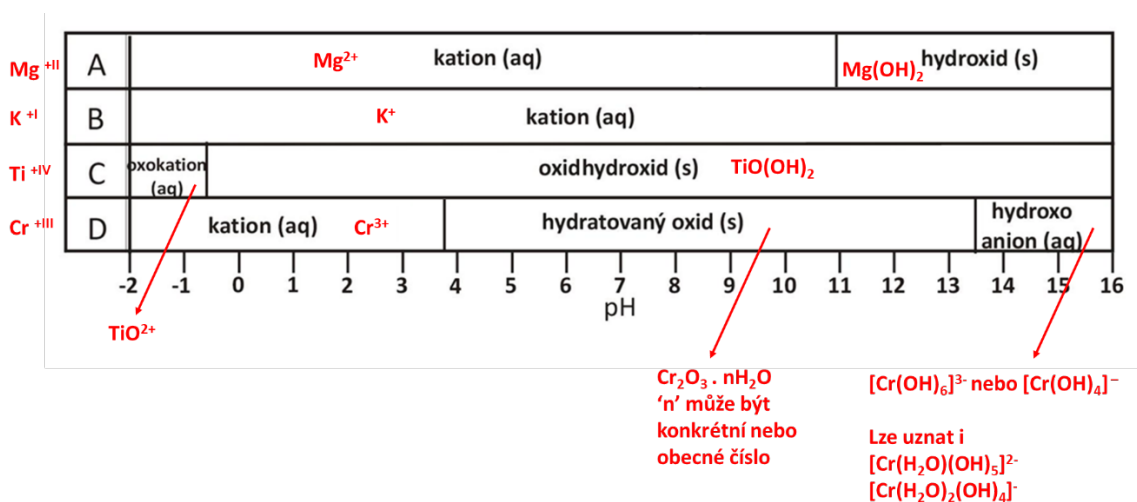
## ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Diagramy predominantních stavů

6 bodů

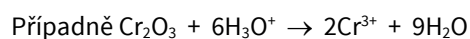
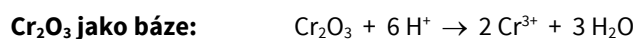
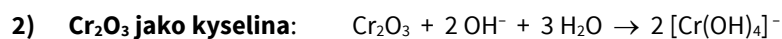
1)



za správné určení kovů v řádku 0,5 bodu  
(celkem za určení kovů  $4 \times 0,5 = 2$  body)

za správně doplněné všechny formy v řádku 0,25 bodu  
(celkem za formy  $8 \times 0,25 = 2$  body)

celkem 4 body



za správně zapsanou a vyčíslenou rovnicí 1 bod

celkem 2 body

## Úloha 2

5 bodů

Obecný vzorec	Počet vysrážených ekvivalentů AgCl	Vzorec komplexu a název
$\text{PdCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$	2	<b><math>[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4] \text{Cl}_2</math></b> <b>chlorid tetraamminpalladnatý</b>
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2	<b><math>[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6] \text{Cl}_2</math></b> <b>chlorid hexaaquanikelnatý</b>
$\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$	0	<b><math>\text{H}_2[\text{PtCl}_6]</math></b> <b>kyselina hexachloridoplaticitá</b>
$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$	2	<b><math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2</math></b> <b>chlorid pentaammin-chloridokobaltitý</b>
$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$	1	<b><math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2] \text{Cl}</math></b> <b>chlorid tetraammin-dichloridokobaltitý</b>

**Způsob řešení:**

Pokud je halogen v primární slupce, nereaguje s  $\text{AgNO}_3$ . Naopak halogen jako protion (klasický volný anion v roztoku) reaguje v klasické srážecí reakci  $\text{Ag}^+ + \text{X}^- \rightarrow \text{AgX}$ . Např. u  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$  je počet vysrážených ekvivalentů AgCl '0', takže všechny chloridy musí být součástí komplexu, tj.  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ .

za správný vzorec 0,5 bodu, za název 0,5 bodu; **celkem 5 bodů**

**Úloha 3      Rozpustnost solí****5 bodů****Výpočet:**

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \sqrt{K_{sp}}$$

1 bod

$$[\text{Ba}^{2+}] = \sqrt{1.08 \times 10^{-10}}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = 1.039 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \dots \text{limit rozpustnosti}$$

$$[\text{BaSO}_4] > 1.039 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

1 bod

**rozpustnost v 0.05M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:**

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = x$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Na}_2\text{SO}_4] + x \approx [\text{Na}_2\text{SO}_4]$$

1 bod

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{Na}_2\text{SO}_4]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[\text{Na}_2\text{SO}_4]}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{1.08 \times 10^{-10}}{0.05}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{BaSO}_4] = 2.16 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$$

1 bod

**alternativní způsob výpočtu:**

$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = x$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = x + 0.05$$

$$K_{sp} = (x) \times (x + 0,05)$$

což pak řešení vede na kvadratickou rovnici

$$x^2 + 0.05x - K_{sp} = 0$$

$$x_1 = -5 \times 10^{-2}$$

$$x_2 = 2.1599999 \times 10^{-9}, \text{ což je totožný výsledek jako } x = 2.16 \times 10^{-9}$$

**snížení rozpustnosti:**

$$\text{poměr} = \frac{1.039 \times 10^{-5}}{2.160 \times 10^{-9}} = 4810$$

1 bod

rozpustnost snížena 4810×.

**celkem 5 bodů**

## ORGANICKÁ CHEMIE

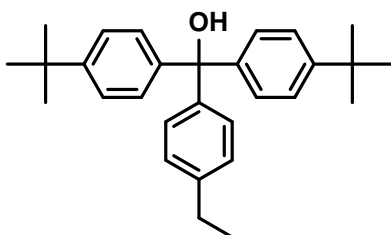
16 BODŮ

## Úloha 1 Molekulární počítadlo

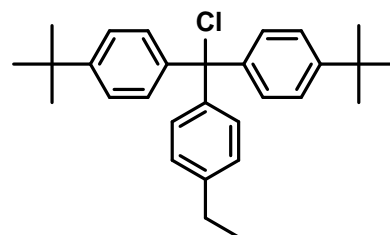
6 bodů

1)

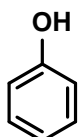
A



B



X

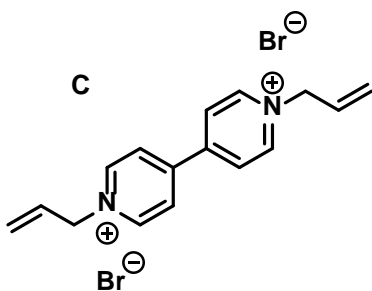


za každou správnou strukturu 0,75 bodu

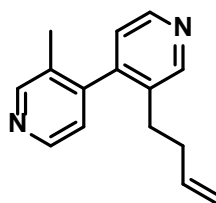
celkem 2,25 bodu

2)

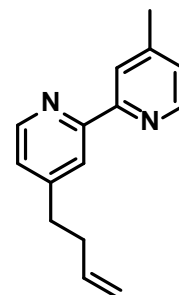
C



D



E

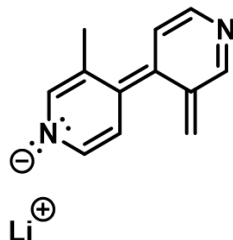


za každou správnou strukturu 0,75 bodu

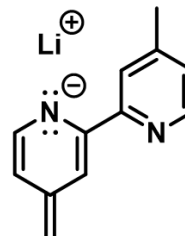
celkem 2,25 bodu

3)

Rezon. struktura intermediátu D



Rezon. struktura intermediátu E



za každou správnou strukturu 0,75 bodu

**celkem 1,50 bodu**

## Úloha 2 Molekulární výtah

**10 bodů**

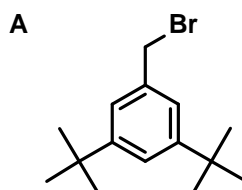
- 1) Neobvyklá je substituce do poloh meta. Poznámka: Toluén diriguje substituci do poloh ortho a para a tudíž substituce v poloze meta je pozorována zřídka.

za správnou odpověď **0,50 bodu**

- 2) Alkylace jádro aktivuje, a tak se přednostně alkyluje více substituovaný benzen.

za správnou odpověď **0,50 bodu**

3)



za strukturu **0,75 bodu**

4)

- 0,01 ekvivalentu
- 1 ekvivalent
- 10 ekvivalentů
- 100 ekvivalentů

za správnou odpověď **0,25 bodu**

- 5) Hrozí, že bude probíhat bromace rozpouštědla namísto bromace substrátu.

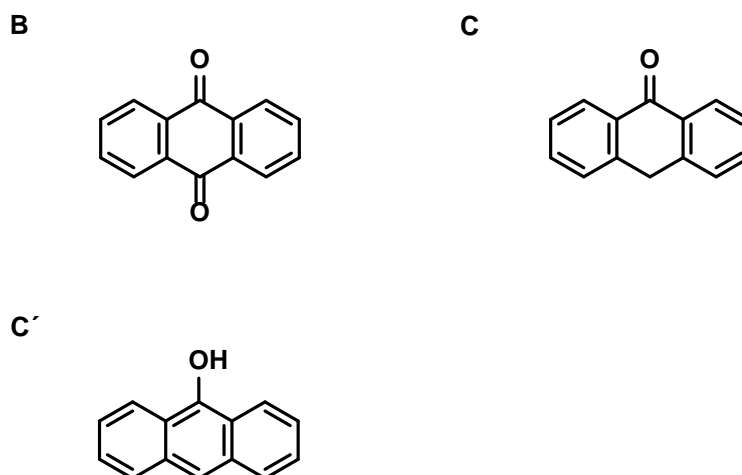
za správnou odpověď **0,25 bodu**

- 6) Prostřední jádro je elektronově nejbohatší a zároveň se takto zachová nejvyšší rezonanční energie (aromaticita systému), což se může uplatnit díky reverzibilitě dimerizace.

za každou správnou odpověď po 0,25 bodu

**celkem 0,50 bodu**

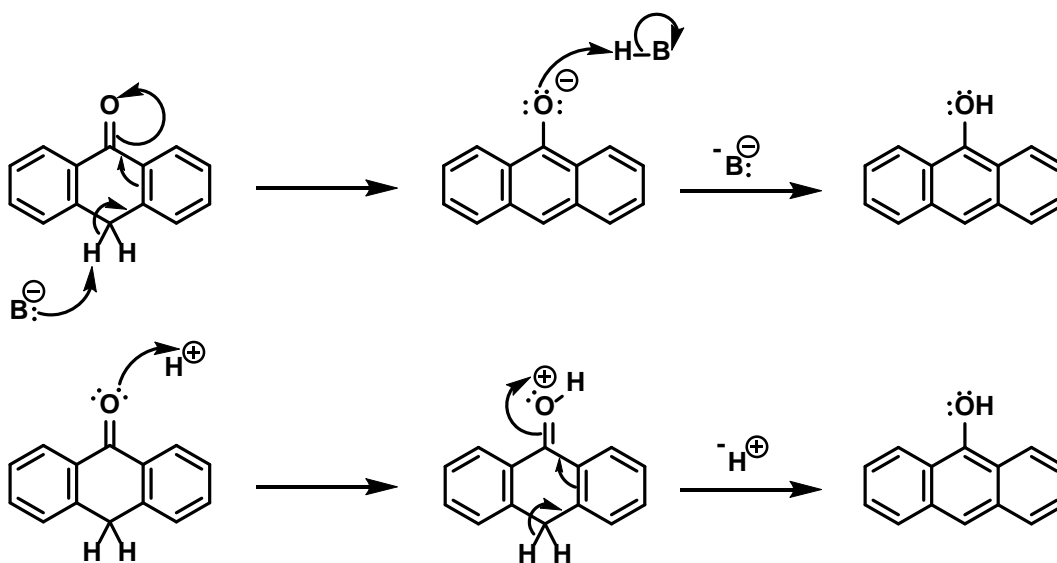
7)



za každou správnou strukturu 0,75 bodu

**celkem 2,25 bodu**

8)



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

**celkem 1,00 bodu**

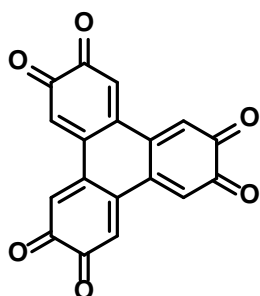
- 9) Pro získání jednoho molu produktu jsou teoreticky potřeba tři moly katecholu a tři moly peroxidisíranu amonného.

za každé správné látkové množství 0,25 bodu

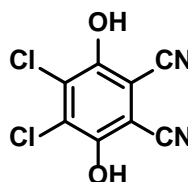
**celkem 0,50 bodu**

10)

Produkt oxidace



Struktura vzniklá z DDQ



za každou správnou strukturu 0,75 bodu

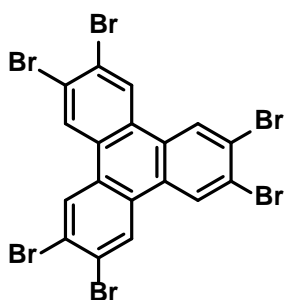
**celkem 1,50 bodu**

- 11) Elektronakceptorní skupiny (Cl a CN) DDQ způsobují, že DDQ přijímá elektrony ochotně. Tím pádem se DDQ ochotněji redukuje, a je o to silnějším oxidačním činidlem.

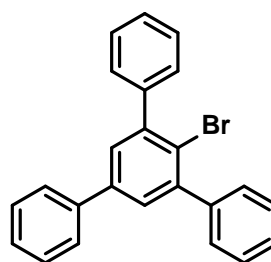
za správnou odpověď 0,25 bodu

12)

D



E



za každou správnou strukturu 0,75 bodu

**celkem 1,50 bodu**

- 13) Železo reaguje s přítomným bromem za vzniku bromidu železitého, který je Lewisovskou kyselinou. Ve druhé reakci tento katalyzátor nepotřebujeme, jelikož je substrát dostatečně elektronově bohatý díky třem fenylovým substituentům, jejichž efekty se sčítají.

za správnou odpověď 0,25 bodu



**FYZIKÁLNÍ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Plynový dotazník vol.2****6 bodů**

- 1) **b** Snížení tlaku par plyne z Raoultova zákona – osolením se zmenšuje molární zlomek vody v roztoku. Toto souvisí s takzvanými koligativními vlastnostmi roztoku, které lze měřit například pomocí kryoskopie a ebullioskopie.
- 2) **c** Vyplývá z kinetické teorie plynů.
- 3) **b** Částic, které se pohybují vyšší, než nejpravděpodobnější rychlostí je statisticky více než částic, které se pohybují nižší než nejpravděpodobnější.
- 4) **a** Částice lehčího izotopu se budou za stejných podmínek pohybovat rychleji.
- 5) **b** Henryho konstanta je nepřímo úměrná teplotě a při zahřátí kapaliny dochází k jejímu snížení, jelikož slabě vázaný rozpuštěný plyn je vypuzen rychleji se pohybujícími částicemi v roztoku.
- 6) **c** Dvousložkové směsi mohou mít jak nižší (negativní azeotrop) tak vyšší (pozitivní azeotrop) bod varu než čisté látky.

*za každou správně zodpovězenou otázku 1 bod***celkem 6 bodů****Úloha 2 Předposlední azeotrop****10 bodů**

- 1) **Teplota varu: 83 °C**

**Výpočet:** Teplota varu čisté látky je určena bodem, kde se křivka kapaliny i páry protnou a navíc  $x = 1$ *za teplotu varu v rozmezí 82,5 °C až 84 °C 1 bod*

- 2) **Molární složení:** čistá voda

**Výpočet:** Pokud opakovaně zahříváme a kondenzujeme 15 % (molárně) roztok, podíl průmyslové kapaliny se snižuje. Jelikož v cestě nestojí azeotrop, dostaneme se až k čisté vodě.*za správnou odpověď 1 bod*

- 3) **Hmotnostní zlomek azeotropu:**

**Výpočet:** Nejdříve je třeba odečíst složení azeotropu z grafu v molárních procentech. Za správný odečet jsou považovány hodnoty mezi 0,35 a 0,40 molárních procent průmyslové kapaliny. Nyní musíme přepočítat molární zlomek na hmotnostní, což je opačný problém oproti tomu, který jste řešili v testu školního kola. Molární hmotnost průmyslové kapaliny je zadána první větou úlohy.

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

Za látková množství kapaliny a vody můžeme dosadit jejich molární zlomky násobené nějakým celkovým množstvím  $n$ , které ale hned v dalším kroku vykrátíme.

$$w_{\text{EtOH}} = \frac{x_{\text{kap}} M_{\text{kap}} n}{x_{\text{kap}} M_{\text{kap}} n + x_{\text{voda}} M_{\text{voda}} n} = \frac{x_{\text{kap}} M_{\text{kap}}}{x_{\text{kap}} M_{\text{kap}} + x_{\text{voda}} M_{\text{voda}}}$$

$$w_{\text{EtOH}} = \frac{0,38 \cdot 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,38 \cdot 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0,62 \cdot 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,68 = 68 \%$$

za odečet molárního složení azeotropu mezi 0,35 a 0,4 procenta kapaliny 0,5 bodu  
za postup řešení 0,5 bodu  
za výsledek mezi 65 % a 70 % 1 bod

**celkem 2 body**

**4) Nejvyšší nutná teplota:** 97,5 °C

**Výpočet:** Abychom získali aspoň jednu kapku o složení 90 molárních % průmyslové kapaliny, potřebujeme mít takovou teplotu, při které křivka páry protíná svislici  $x = 0,9$

za uvedení teploty mezi 97 °C a 98 °C **1 bod**

**5) Největší část určená k zakoncentrování:** 40 %

**Výpočet:** Při 95 °C se směs dělí na kapalnou o obsahu cca. 72 % průmyslové kapaliny a plynnou o obsahu cca. 92 % průmyslové kapaliny. Nás tedy zajímá plynná fáze. Za použití pákového pravidla vypočítáme poměr obou fází.

$$(z_i - x_i^1)n_i^1 = (x_i^2 - z_i)n_i^2$$

$$\frac{n_i^2}{n_i^1} = \frac{(z_i - x_i^1)}{(x_i^2 - z_i)}$$

$$\frac{n_i^2}{n_i^1} = \frac{(0,8 - 0,72)}{(0,92 - 0,8)}$$

$$\frac{n_i^2}{n_i^1} = \frac{2}{3}$$

Což je ale podíl mezi fázemi, ne část z původního množství.

$$n_i^1 + n_i^2 = n$$

$$\frac{3}{2}n_i^2 + n_i^2 = n$$

$$\frac{3}{2}n_i^2 + n_i^2 = \frac{2}{5}n = 40 \% n$$

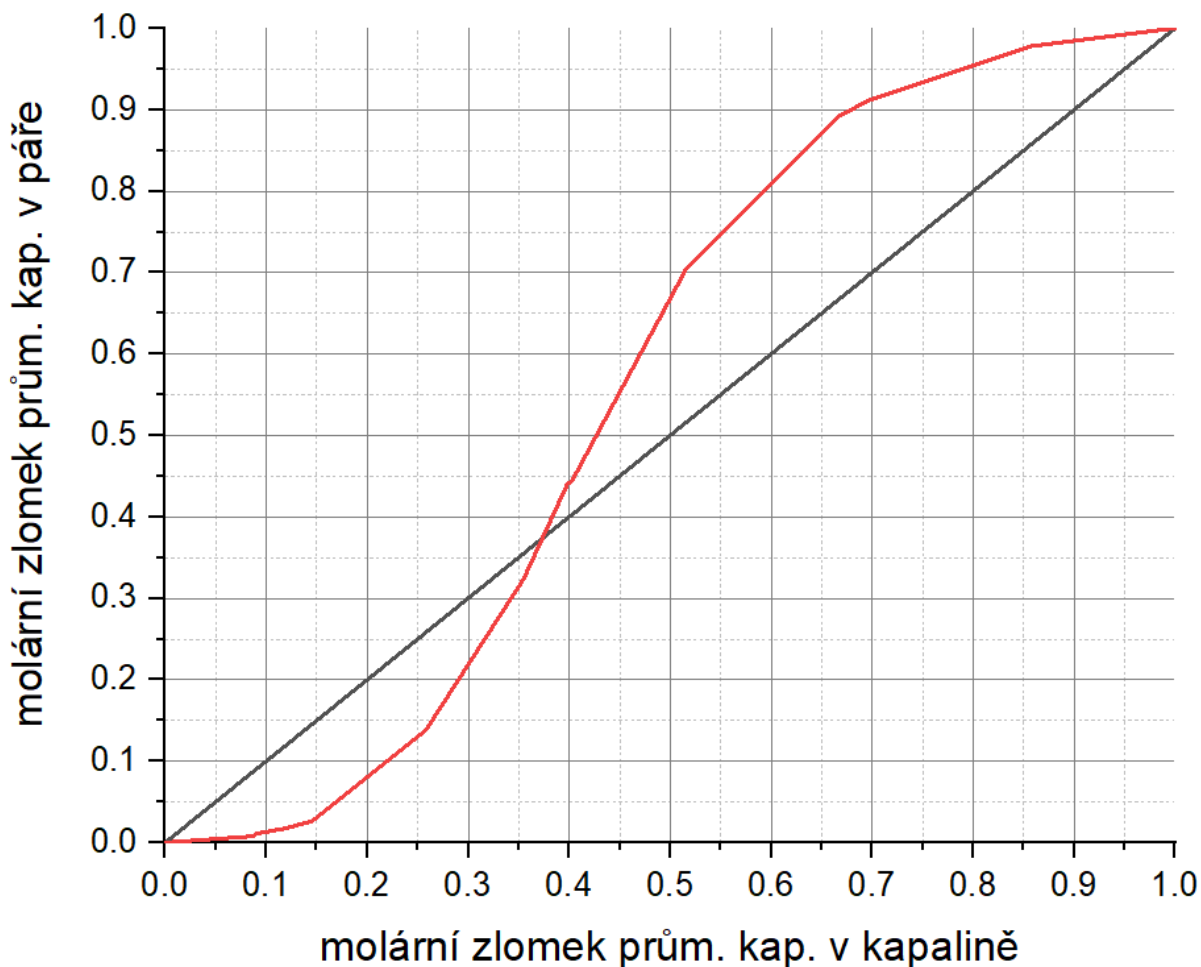
za použití pákového pravidla 0,5 bodu

za postup řešení 0,5 bodu

za výsledek mezi 35 % a 45 % (malá chyba v odečtení má velký vliv na výsledek) 1 bod

**celkem 2 body**

## 6) Diagram:



**Výpočet:** x-y diagram k sobě přiřazuje složení obou fází při určité teplotě a vypadá jako na obrázku.

- za začátek křivky v bodě  $[0,0]$  0,5 bodu
- za konec křivky v bodě  $[1,1]$  0,5 bodu
- za existující protnutí křivky s přímkou  $y = x$  0,25 bodu
- pokud navíc toto protnutí je mezi 0,35 a 0,40 0,25 bodu
- za prohnutí křivky správným směrem 0,5 bodu

**celkem 2 body**

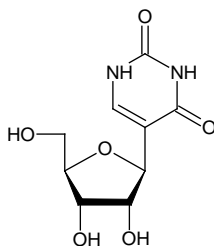
7) **Název průmyslové kapaliny: Kyselina dusičná**

**Výpočet:** Lichá hodnota molární hmotnosti (dusíkové pravidlo) a výskyt azeotropu kolem 68 hmotnostních procent ukazují na kyselinu dusičnou.

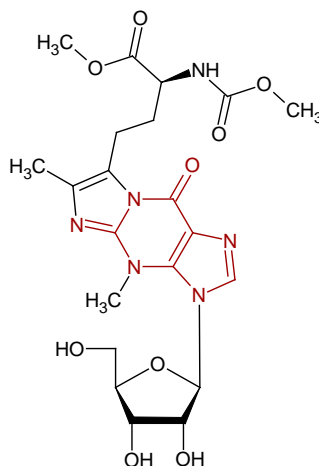
za správné určení průmyslové kapaliny **1 bod**

**BIOCHEMIE****12 BODŮ****Úloha 1 Transferová RNA****5 bodů**1) **Odpověď:** Genetický kód

0,7 bodu

2) **Pseudouridin:**

1 bod

3) **Standardní báze:** guanin**Vyznačení ve vzorci wybutosinu:**

za pojmenování báze 0,2 bodu

za vyznačení báze 0,3 bodu

**celkem 0,5 bodu**4) **1:** místo pro navázání acylu aminokyseliny; **2:** rameno T; **3:** variabilní raménko; **4:** antikodon; **5:** rameno D

za každou správnou odpověď 0,2 bodu

**celkem 1 bod**5) **Pravdivá tvrzení:** a), b), d), e), f), g)

za každou správnou odpověď 0,3 bodu

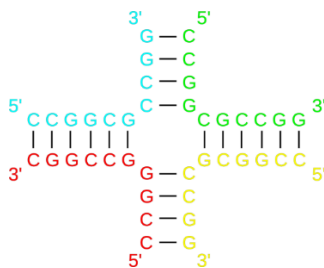
za špatnou odpověď (tj. možnost c) odečíst 0,6 bodu

**celkem 1,8 bodu**

## Úloha 2 Čtyři

7 bodů

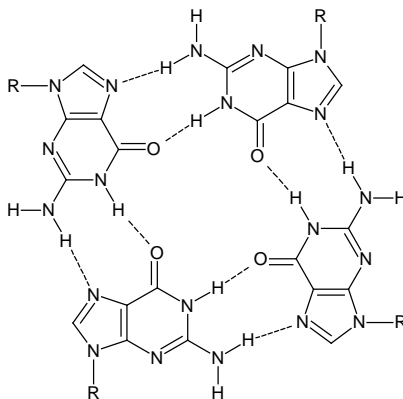
## 1) Sekundární struktura:



Barvy odpovídají obrázku v zadání (není vyžadováno v řešení).

1,5 bodu

## 2) Vzorec:

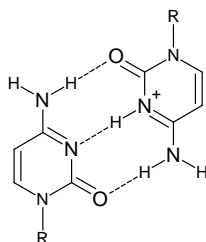


2,3 bodu

- 3) V kanále je díky elektronegativním kyslíkům guaninů nízký elektrostatický potenciál. Kationty tak kompenzují odpuzování guaninů.

0,5 bodu

## 4) Vzorec:



1,5 bodu

- 5) **Odpověď:** V kyselejším.

0,2 bodu

- 6) **Odpověď:** Sekvence bohaté na cytosin jsou komplementární k sekvencím bohatým na guanin. Potenciální i-motivy bychom tedy mohli hledat v regulačních oblastech genů a v telomerních oblastech.

1 bod