



**56. ročník**

**2019/2020**

**KRAJSKÉ KOLO**

**Kategorie E**

---

**Zadání**

50 bodů, 120 minut



## Vzorečkovník

### Důležité vztahy

- Clausius-Clapeyronova rovnice

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

- Změna chemického potenciálu

$$\Delta \mu = \frac{M_r \cdot \Delta p}{\rho}$$

- Rozdělovací koeficient látek A, B

$$K_{AB} = \frac{c_A}{c_B}$$

- Henryho zákon

$$p_A = x_A \cdot K_A$$

- Raoultův zákon

$$p_A = x_A \cdot p_A^*$$

- Rozpustnost plynu A

$$b_A = \frac{p_A}{K_A}$$

- $\pi$ -konstanta

$$\pi = \log K_{\text{OW}}(-X) - \log K_{\text{OW}}(-H)$$

- Molalita látky A v rozpouštědle B

$$b = \frac{n_A}{m_B}$$

- Snížení teploty tání (ebulioskopie, kryoskopie)

$$\Delta T = K \cdot b$$

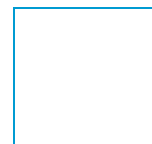
$$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta H_{\text{tání}}} x_B$$

- Pákové pravidlo

$$\frac{n_\alpha}{n_\beta} = \frac{l_\beta}{l_\alpha}$$

- Stavová rovnice ideálního plynu

$$pV = nRT$$

**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Identifikace rudy****8 bodů**

Tříprvková sloučenina **A** obsahující celkově tři atomy dvou různých přechodných kovů obsažená v rudě byla tavena s potaší v přítomnosti kyslíku (1) za vzniku nerozpustného oxidu **B** a žluté rozpustné soli **C**, která byla rozpuštěna a odfiltrována od oxidu **B**. Filtrační koláč byl rozpuštěn ve zředěné kyselině sírové na sůl **D**, která po přidání hexakyanidoželeznatanu draselného do roztoku vytvořila charakteristickou modrou sraženinu **E**. Z dříve získaného žlutého filtrátu byla vykrystalizována sůl **C**, která byla dále koksem redukována na zelený oxid **F** (2), který poskytuje aluminotermickou reakcí s kovovým hliníkem kov **G**.

**1) Identifikujte látky A až G a napište jejich vzorec, u sloučeniny B napište také její barvu.**

A:	E:
B:	F:
C:	kov G:
D:	barva sloučeniny B:
<b>body:</b>	

*Pokud neurčíte sloučeniny v bodu 1), může vám řešení sdělit organizátor. Bodový zisk za otázku 1) pak bude 0,00 bodů.*

**2) Napište vyčíslené rovnice (1) a (2) včetně příslušných poloreakcí oxidací a redukci.**

Chemická rovnice reakce (1) včetně poloreakcí:
Chemická rovnice reakce (2) včetně poloreakcí:
<b>body:</b>



Slitina kovu **G** s niklem se často používá pro výrobu odporových drátů a termočlánků, uvažujme slitinu  $\text{Ni}_{0,7746}\text{G}_{0,2254}$  (indexy vyjadřují molární zlomek). Kolik kilogramů rudy je potřeba pro výrobu 125 kg slitiny, jestliže ruda kromě sloučeniny **A** obsahuje 35 % hlušiny?

**3) Vypočítejte potřebné množství rudy A pro výrobu uvedené slitiny.**

Výpočet:

Množství rudy: ..... kg

**body:**

**Úloha 2 Měď a nikl****8 bodů**

V přírodě se měď a nikl vyskytují velmi často spolu ve formě směsi podvojných sulfidů pentlanditu ( $\text{Ni}_9\text{Fe}_9\text{S}_{16}$ ) a chalkopyritu ( $\text{CuFeS}_2$ ). Ke koncentraci a čištění se používá flotace za zvýšeného pH a využití flotačních podpůrných látek, např. amyl xanthátu draselného. Koncentrát se dále zpracovává chemickými procesy.

Při analýze horniny byl stanoven obsah niklu 1493 ppm hm. a obsah mědi 689 ppm hm. Oba kovy se nacházejí v hornině výlučně ve formě zmíněných sulfidů.

**1) Vypočítejte hmotnost příslušných sulfidů ve 110 kg horniny.**

Výpočet:

Hmotnost pentlanditu: ..... kg

Hmotnost chalkopyritu: ..... kg

**body:**



Chalkopyrit se v průmyslu zpracovává pražením s oxidem křemičitým za přítomnosti kyslíku, kdy vzniká kapalná měď.

**2) Napište vyčíslenou rovnici popisující tento děj.**

Chemická rovnice:

**body:**

Chalkopyrit byl při analýze převeden do rozpustné formy pro polarografickou analýzu reakcí s kyselinou dusičnou, při reakci byl pozorován vznik sytě oranžového plynu.

**3) Popište tento děj vyčíslenou chemickou reakcí.**

Chemická rovnice:

**body:**

Pro výrobu vodičů je klíčová vysoká čistota mědi, té se dosahuje elektrolyticky (tzv. electrowinningem) z vodného roztoku síranu.

**4) Zapište poloreakce na elektrodách a uveďte polaritu elektrod.**

Poloreakce na anodě:

Poloreakce na katodě:

Polarita anody:

Polarita katody:

**body:**

**5) Vysvětlete, proč se při tomto procesu oddělí měď od méně ušlechtilých kovů (např. železo, zinek, mangan) a zároveň se měď neznečistí ušlechtilejšími kovy (např. zlato, stříbro).**

Vysvětlení:

**body:**

--

Pro výrobu vysoce čistého niklu se využívá proces analogický k výrobě vysoce čistého železa. Principem je tvorba těkavé komplexní sloučeniny.

**6) Popište tento proces rovnicí a uveďte název procesu.**

Chemická rovnice:
Název procesu: .....
<b>body:</b>



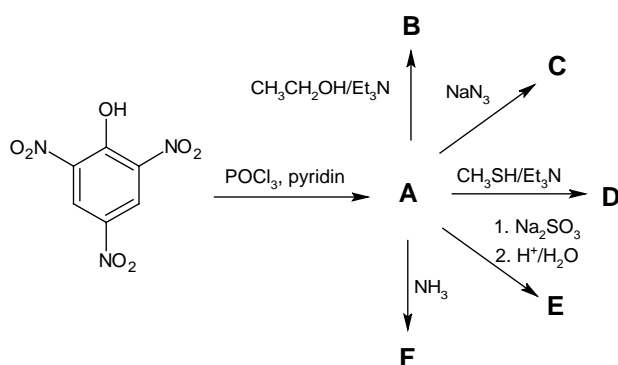
## ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Deriváty kyseliny pikrové

6 bodů

Během předchozích kol olympiády jste již měli možnost setkat se s kyselinou pikrovou. V této úloze se podíváme na to, jak z této kyseliny připravíme její deriváty.



1) Na základě uvedeného schématu nakreslete vzorce látek A až F.

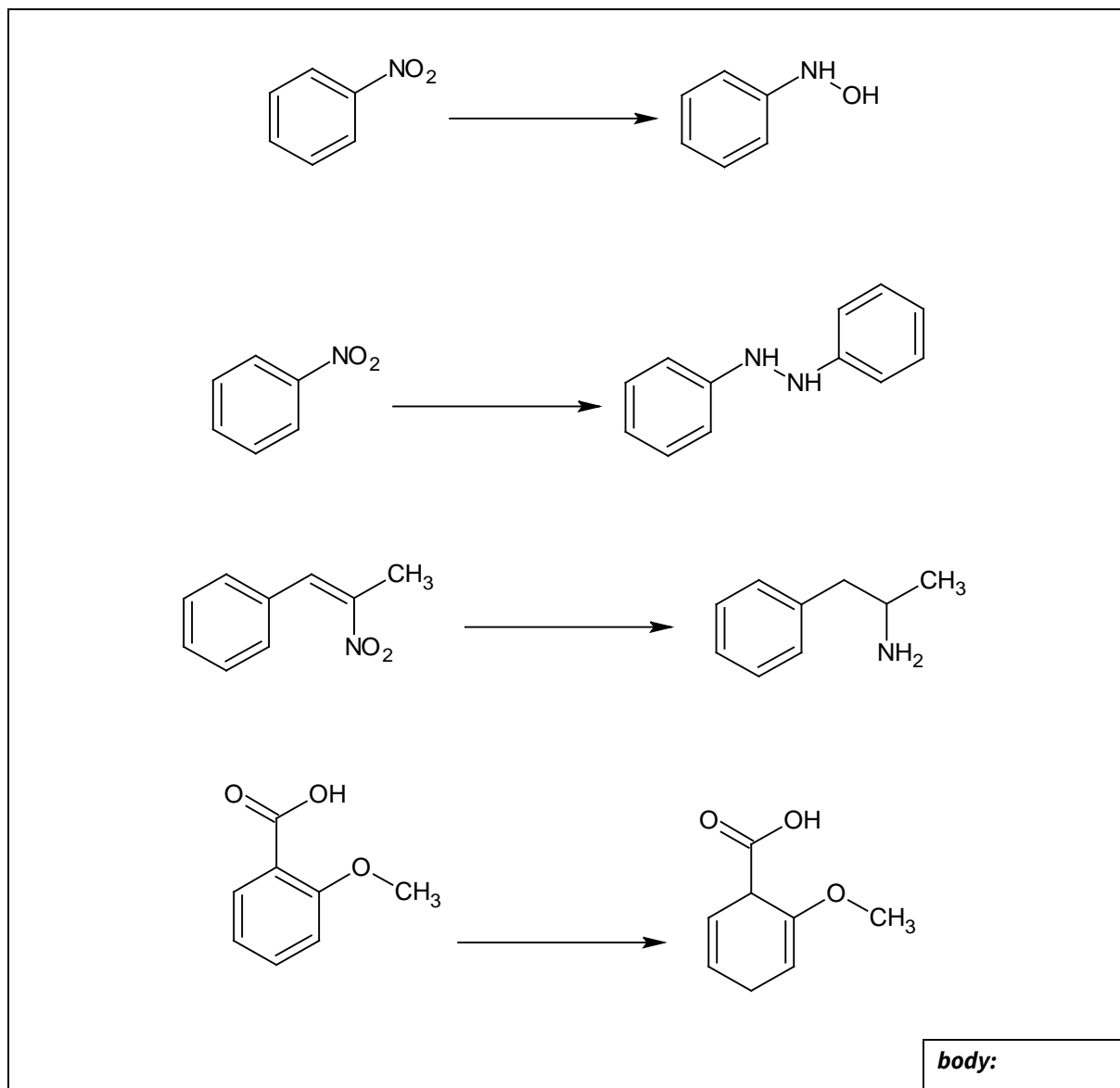
A:	D:
B:	E:
C:	F:
<b>body:</b>	



**Úloha 2 Redoxní reakce v chemii dusíkatých derivátů****7 bodů**

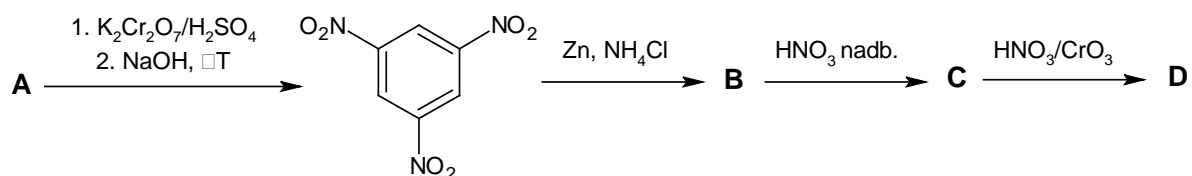
Redukce dusíkatých derivátů, zejména nitroderivátů mohou vést k poměrně velkému spektru různých produktů podle použitých činidel a reakčních podmínek.

- 1) Do následujících schémat doplňte nad reakční šipky činidla tak, aby bylo možné provést reakční přeměny. Pokud při reakci vznikají chirální látky, označte jejich centrum chiralidy hvězdičkou.





V následujícím reakčním schématu je běžně dostupná výbušnina **A** podrobena reakční cestě vedoucí k látce **D**, která má hmotnostní zlomek dusíku 24,14 % a hmotnostní zlomek uhlíku 20,70 %.



2) Nakreslete struktury látek **A** až **D** ve výše uvedeném schématu.

<b>A:</b>	<b>C:</b>
<b>B:</b>	<b>D:</b>
<b>body:</b>	



### Úloha 3 Claisenův přesmyk aromatický

3 body

Claisenův přesmyk aromatický je [3,3]-sigmatropní přesmyk, k němuž dochází při zahřívání allyl(fenyl)etherů. Jedná se o reakci, při které přes šestičlenný cyklus dochází k přesunu elektronů za vzniku nové vazby uhlík-uhlík.

- 1) **Doplňte šipky značící posun elektronů při mechanismu této reakce. Vznikající keton je nestabilní a podléhá dalšímu (tentokrát jinému) přesmyku. Nakreslete strukturní vzorec finálního produktu Claisenova přesmyku.**

Doplnění šipek a zakreslení finálního produktu:

body:

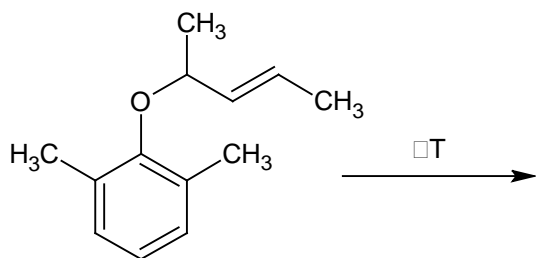
- 2) **Jak se říká izomerům, které zde představují produkt a meziprodukt?**

Druh izomerie:

body:

- 3) **Jak bude reakce probíhat, budou-li *ortho*-polohy již obsazeny? Nakreslete strukturu finálního produktu následující reakce.**

Doplnění produktu reakce:



body:



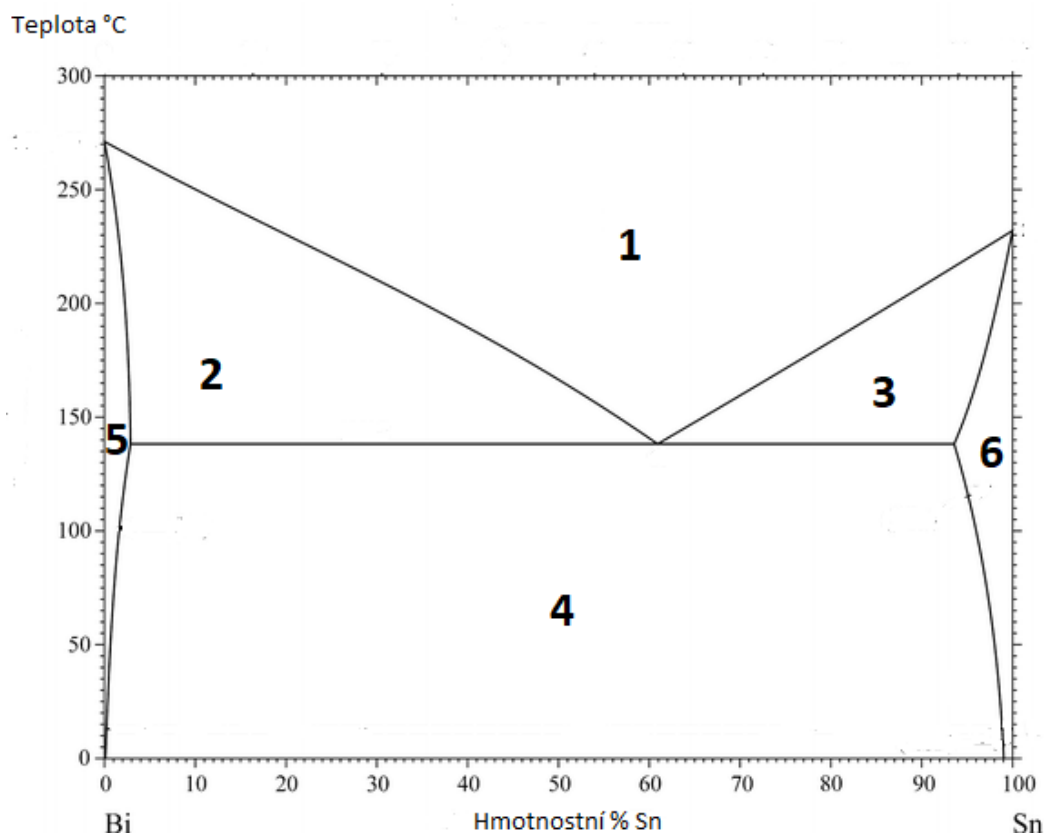
## FYZIKÁLNÍ CHEMIE

## 18 BODŮ

### Úloha 1 (S)litiny

### 7 bodů

V kontrolním testu školního kola jste se snažili interpretovat fázový diagram azeotropu s minimem teploty varu. Dnes vás čeká poněkud složitější problematika týkající se přechodu mezi pevným a kapalným složením. Řada kovů tvoří s jinými kovy (popř. jinými prvky) tzv. slitiny. Slitina je jakási směs těchto prvků, která vzniká jejich tavením. A slitiny jsou právě zářným příkladem látek, kde dochází k přechodu mezi kapalnou a pevnou fází. Na obrázku níže máte připravený fázový diagram Bi–Sn. S tímto diagramem pracujte po celou dobu úlohy.



Jednotlivé fáze v diagramu jsou označeny čísly 1–6.

1) Ke každému číslu označte, o jakou fázi se jedná písmeny *s*, *l*, *g* a jejími kombinacemi.

1:	2:	3:
4:	5:	6:
<b>body:</b>		



2) Uvedte, jaký je rozdíl z hlediska složení ve fázích 4, 5, 6.

Rozdíl ve složení:

**body:**

3) Zaměřte se na fázi 3 v diagramu. Pokuste se určit, jaké bude složení v této fázi. Uvedte, jaká/jaké zde bude/budou fáze a jaký kov je zde majoritní a minoritní.

Popis fázového složení:

Majoritní kov:

Minoritní kov:

**body:**

4) Odečtěte z diagramu teplotu tání čistého bismutu a čistého cínu.

Teplota tání čistého bismutu:

Teplota tání čistého cínu:

**body:**

**5) Co je to eutektikum a kde ho v diagramu najdete (uveďte složení a teplotu tání).**

Definice eutektika:

Složení a teplota tání eutektika:

**body:****6) Jak se triviálně nazývají následující slitiny?**

- a) Slitina mědi a cínu:
- b) Slitina mědi a zinku:
- c) Slitina mědi a hliníku:
- d) Slitina cínu a olova s eutektickým složením tající při 180 °C:
- e) Slitina železa a uhlíku, kde uhlík je zastoupen méně než z 2,14 %:
- f) Slitina železa a uhlíku, kde uhlík je zastoupen více než z 2,14 %:

**body:**

**Úloha 2 Ebulio- a kryo- skopie****5 bodů**

Fázové rovnováhy mohou být použity k měření koligativních vlastností látek. Koligativní vlastnosti jsou takové vlastnosti látek, které závisí pouze na počtu částic rozpuštěné látky ve zředěném roztoku, avšak nikoliv na její identitě. Takovými vlastnostmi (jevy) jsou např. snížení tlaku par, zvýšení teploty varu, snížení teploty tání a osmotický tlak.

Jednou z možných aplikací je ebulioskopie, která se zabývá zvýšením teploty varu rozpouštědla a může být využita k určování molární hmotnosti látek. Zvýšení teploty varu je přímo úměrné molalitě rozpuštěné látky  $b$ :

$$\Delta T = K_E \cdot b$$

kde  $K_E$  je empirická ebulioskopická konstanta rozpouštědla.

- 1) Teplota varu se po rozpuštění 0,598 g organické látky v 50,0 g benzenu zvýšila o 0,170 K. Určete její molární hmotnost. Hodnota ebulioskopické konstanty benzenu  $K_E = 2,53 \text{ K kg mol}^{-1}$ .**

Výpočet:

Molární hmotnost látky:.....g mol<sup>-1</sup>**body:**



- 2) Pokuste se určit, o jakou organickou látku by se mohlo jednat, pokud víte, že sumární vzorec této látky je  $C_{14}H_y$ , a že je složena pouze z kondenzovaných benzenových jader. Uveďte všechny možnosti a sloučeniny nazvěte.

Sumární vzorec organické látky:

Strukturní vzorce a názvy neznámé organické látky:

**body:**

Dalším možným využitím fázových rovnováh je kryoskopie, která se zabývá snížením teploty tání. Stejně jako u ebulioskopie je změna vlastností čistého rozpouštědla, zde snížení teploty tání, úměrné molalitě rozpuštěné látky.

Kryoskopická konstanta kofru  $C_{10}H_{16}O$  ( $152,23 \text{ g mol}^{-1}$ ; teplota tání  $175 \text{ }^\circ\text{C}$ ) je  $40 \text{ K kg mol}^{-1}$ . Byla připravena směs kofru a neznámé látky smícháním  $981,2 \text{ mg}$  kofru a  $4,8 \text{ mg}$  látky s molární hmotností  $0,180 \text{ kg mol}^{-1}$ .

- 3) O kolik se sníží bod tání této směsi ve srovnání s čistým kafrem?

Výpočet:

Teplota tání se snížila o:.....K

**body:**





Snížení bodu tání lze také vypočítat s použitím molárního zlomku rozpuštěné látky  $x_B$  a vlastností čistého rozpouštědla dle vztahu (kde  $T^*$  je teplota tání čistého rozpouštědla):

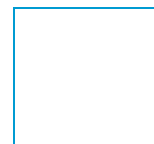
$$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta H_{\text{tání}}} x_B$$

**4) Vypočtěte entalpii tání čistého kafru, vycházejte z hodnot z úlohy 3). Pokud se Vám hodnota nepodařila vypočítat, použijte hodnotu  $\Delta T = -1,09$  K.**

Výpočet:

Entalpie tání čistého kafru:.....kJ mol<sup>-1</sup>

**body:**



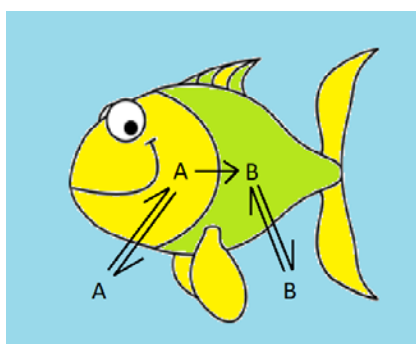
### Úloha 3 Jako ryba ve vodě

**6 bodů**

V domácím kole jste se dozvěděli základní informace o rozdělovacím koeficientu *n*-oktanol-voda. Nyní si vyzkoušíte, jak ho můžete využít v praxi, a to ke zjištění osudu látky v prostředí. Chemické látky, které se do prostředí dostávají, se v prostředí distribuují a také přeměňují různými chemickými i biologickými procesy. Pokud známe rozdělovací koeficient  $K_{OW}$  pouze pro původní látku, můžeme pomocí různých modelů odhadnout  $K_{OW}$  pro látku přeměněnou. Můžeme použít například odhad  $\log K_{OW}$  s využitím  $\pi$ -konstant, které udávají hodnotu  $\log K_{OW}$  pro různé substituenty (-X):

$$\pi = \log K_{OW}(-X) - \log K_{OW}(-H)$$

Substituent	$\pi$ -konstanta	Substituent	$\pi$ -konstanta
-OH	-0,67	-CH <sub>3</sub>	0,56
-OCH <sub>3</sub>	-0,02	-Cl	0,71
-H	0,00	-Br	0,86



Látka A	Látka B	Látka C	Látka D
<p style="text-align: center;">DDT</p>	<p style="text-align: center;">DDD</p>	<p style="text-align: center;">PCB-28</p>	<p style="text-align: center;">3-OH-CB-28</p>
$\log K_{OW} = 6,91$	$\log K_{OW} = ?$	$\log K_{OW} = 5,62$	$\log K_{OW} = ?$



Uvažujte, že voda obsahuje látku A v koncentraci  $5,6 \text{ pg dm}^{-3}$  a látku C v koncentraci  $73,2 \text{ pg dm}^{-3}$ .

- 1) **Vypočítejte koncentrace těchto látek v rybě a přepočítejte koncentraci na hmotnost ryby, pokud má ryba „hustotu“  $0,95 \text{ kg dm}^{-3}$ . Předpokládejte, že je systém voda – ryba v rovnováze.**

Výpočet:

Koncentrace látky A v rybě: .....  $\mu\text{g kg}^{-1}$

Koncentrace látky C v rybě: .....  $\mu\text{g kg}^{-1}$

**body:**

Pokud se cizorodé chemické látky dostanou do organismů, tělo se je snaží vyloučit z těla. Nejčastěji se snaží látku přeměnit pomocí metabolismu a příslušných enzymů na látku polárnější, tedy lépe rozpustnou ve vodě.

- 2) **Látka A (C) se v těle ryby přemění na látku B (D). S použitím  $\pi$ -konstant vypočítejte nový  $\log K_{ow}$  pro metabolity B a D.**

Výpočet:

$\log K_{ow}(B) = \dots\dots\dots$

$\log K_{ow}(D) = \dots\dots\dots$

**body:**



- 3) Porovnejte  $\log K_{ow}$  původní látky a metabolitu a určete, jak se změnila lipofilita metabolitu ve srovnání s původní látkou. Vypočítejte kolikrát je jedna z látek C a D lipofilnější než ta druhá.

Porovnání lipofility metabolitu s původní látkou:

Výpočet:

Látka ..... je ..... × lipofilnější než látka .....

**body:**

Metabolity se budou z ryby vylučovat v závislosti na jejich rozdělovacích koeficientech.

- 4) Vypočítejte, jaká bude koncentrace metabolitů B a D ve vodě. Předpokládejte, že se 100 % látky A a C přemění na metabolit a systém voda – ryba je v rovnováze.

Výpočet:

Koncentrace látky B ve vodě: .....pg dm<sup>-3</sup>

Koncentrace látky D ve vodě: .....pg dm<sup>-3</sup>

**body:**