



60. ročník

2023/2024

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A/E

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**60 BODŮ****Úloha 1 Fluor a jeho interhalogeny****15 bodů**

- 1) Velmi malou energii vazby v molekule je možné vysvětlit vzájemným odpuzováním volných elektronových párů na malých atomech (mají malý atomový poloměr).

za správnou odpověď 2,00 bodu

- 2) Vzorce: SF₆ a SCl₄

Vysvětlení: Malý atomový poloměr fluoru umožňuje, že atom síry může být hexakoordinovaný atomy fluoru. Koordinace síry atomy chloru je stericky možná pouze do koordinačního čísla 4 vzhledem k většímu atomovému poloměru chloru.

*za každý správný vzorec 0,50 bodu**za správné vysvětlení na základě velikosti atomů F a Cl 1,00 bod***celkem 2,00 bodu**

- 3) Díky své vysoké elektronegativitě a malému atomovému poloměru má největší schopnost přitahovat si elektrony jiného halogenu, a tím vytvářet maximální varietu oxidačních stavů vazebného partnera za současné silné schopnosti koordinovat centrální atom do vysokého oxidačního čísla.

za správnou odpověď 2,00 bodu

- 4) Fluor je atomem s malým poloměrem, proto by si navázané jiné halogeny navzájem stericky bránily. Druhým a hlavním důvodem je neschopnost vytvářet více než jednu jednoduchou vazbu s jiným atomem a dostávat se tím do nižších oxidačních stavů než -I.

*za každý uvedený důvod 1,00 bodu***celkem 2,00 bodu**

- 5) Odpověď: ano, jsou reaktivnější

Zdůvodnění: Vazba v těchto sloučeninách je méně kovalentní (má větší iontový charakter) než v případě molekuly chloru. Vlivem parciálního kladného náboje na elektropozitivnějším atomu a záporného náboje na elektronegativním fluoru dochází ochotněji k heterolytickému štěpení vazby, a tudíž se zvyšuje reaktivita sloučenin.

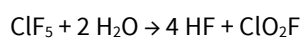
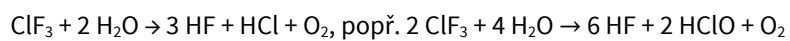
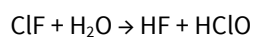
*za správnou odpověď 0,50 bodu**za správné vysvětlení 1,50 bodu***celkem 2,00 bodu**

- 6) Odpověď: ClF

Zdůvodnění: Se vzrůstajícím rozdílem elektronegativit mezi atomy roste iontový charakter vazeb (u IF je tedy nejvyšší podíl iontovosti vazby). Vzhledem k velkému podílu iontovosti vazby bude IF nejméně termicky stabilní, naopak ClF nejvíce.

*za správnou odpověď 0,50 bodu**za správné vysvětlení 1,50 bodu***celkem 2,00 bodu**

7) Rovnice:

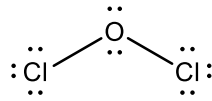


*za každou rovnici včetně vyčíslení 1,00 bodu
v případě špatného/chybějícího vyčíslení odečíst 0,50 bodu*

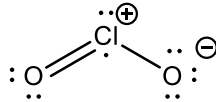
celkem 3,00 bodu

Úloha 2 Oxidy chloru**11 bodů**

1) Strukturální elektronový vzorec:

**za správný vzorec 1,00 bodu**

2) Strukturální elektronový vzorec:

**za správný vzorec či jeho libovolný správný rezonanční hybrid 2,00 bodu**

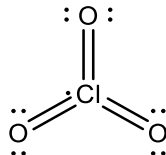
3) Rovnice:

*za správně sestavenou rovnici 1,00 bodu**za vyčíslení 1,00 bodu***celkem 2,00 bodu**

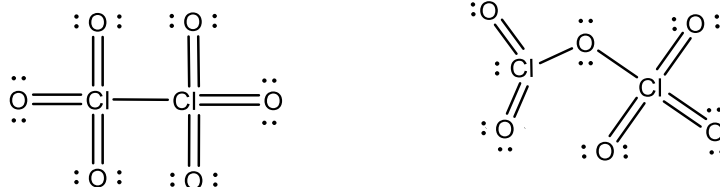
4) Vysvětlení: Dimerizaci molekuly ClO_2 znesnadňuje přítomnost ne vazebných elektronových párů na atomech chloru, které se odpuzují a výrazně tak snižují energii potenciálně vznikající vazby Cl-Cl (podobně jako v případě molekuly NO). Pokud na centrálním atomu ne vazebné páry nejsou, k dimerizaci v určité míře dochází (NO_2 , ClO_3).

za správné vysvětlení na základě repulze ne vazebných párů 2,00 bodu

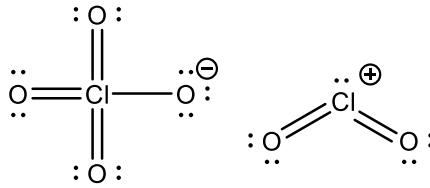
5) Strukturální elektronový vzorec:

Molekula ClO_3 je paramagnetická.*za správný strukturální elektronový vzorec 1,00 bodu**za správné rozhodnutí na základě strukturálního elektronového vzorce 0,50 bodu***celkem 1,50 bodu**

6) Strukturální elektronový vzorec kovalentní formy (uznatelné jsou obě varianty):



Strukturální elektronový vzorec iontové formy:



Systematický název iontové formy: chloristan chlorylu

za každý strukturní elektronový vzorec 1,00 bodu
za systematický název 0,50 bodu

celkem 2,50 bodu

Úloha 3 Na stopě jedné z méně známých binárních sloučenin jodu 15 bodů

1) Úvahy a výpočty:

Vzhledem k tomu, že látka **A** je binární sloučenina, je velmi pravděpodobné, že rozkladem látky **A** bude vznikat kondenzující, resp. deponující plyn **B** – jod a nekondenzující plyn **C** – kyslík.

S přihlédnutím k tomu, že rozkladem dále vzniká ještě I_2O_5 , přičemž hmotnostní zlomek I_2O_5 v neznámé látce **A** je 77,1 % hm. (tj. 0,1157 g), lze z objemů vzniklého O_2 a I_2 lze stanovit jejich hmotnostní obsah v látce **A**:

$$m_{O_2} = \frac{M_{O_2} \cdot p \cdot V_{O_2}}{R \cdot T} = \frac{32,00 \text{ g mol}^{-1} \cdot 101\,325 \text{ Pa} \cdot 4,22 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,0055 \text{ g}$$

$$m_{I_2} = m_A - m_{I_2O_5} - m_{O_2} = 0,1500 \text{ g} - 0,771 \cdot 0,1500 \text{ g} - 0,0055 \text{ g} = 0,0289 \text{ g}$$

Můžeme ale zároveň vypočítat hmotnost kyslíku a jodu v oxidu jodičném, a tak získat hmotnostní zlomek kyslíku a jodu v látce **A**:

$$m_{I_2/I_2O_5} = \frac{M_{I_2}}{M_{I_2O_5}} \cdot m_{I_2O_5} = \frac{253,81 \text{ g mol}^{-1}}{333,81 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 0,1157 \text{ g} = 0,0879 \text{ g}$$

$$m_{O_2/I_2O_5} = m_{I_2O_5} - m_{I_2/I_2O_5} = 0,1157 \text{ g} - 0,0879 \text{ g} = 0,0278 \text{ g}$$

$$w_{I_2/A} = \frac{m_{I_2} + m_{I_2/I_2O_5}}{m_A} = \frac{0,0289 \text{ g} + 0,0879 \text{ g}}{0,1500 \text{ g}} = 77,87 \%$$

$$w_{O_2/A} = 1 - w_{I_2/A} = 22,13 \%$$

Nyní už není problém zjistit koeficienty y a z v **A** = I_yO_z :

$$y:z = \frac{w_{I_2}}{M_{r,I}} : \frac{w_{O_2}}{M_{r,O}} = \frac{0,7787}{253,81} : \frac{0,2213}{32,00} = 0,003068 : 0,006916 \approx 1:2,25 = 4:9$$

Látka **A** je tedy I_4O_9 .

Přehledně tedy:

A = I_4O_9

B = I_2

C = O_2

za identifikaci plynů **B** a **C** po 1,00 bodu
za výpočet hmotnostního zlomku jodu a kyslíku v látce **A** 3,00 bodu
za určení stechiometrického vzorce **A** 3,00 bodu

celkem 8,00 bodu

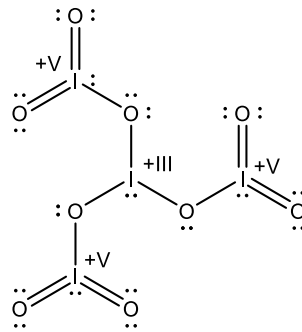
2) Rovnice:



za každou správně sestavenou rovnici 1,00 bodu
za vyčíslení rovnic reakcí 1 a 3 po 0,50 bodu
za vyčíslení reakce 2 1,00 bodu

celkem 5,00 bodu

3) Strukturální elektronový vzorec:



za správnou strukturu 1,50 bodu
za správná oxidační čísla 0,50 bodu

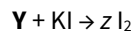
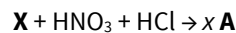
celkem 2,00 bodu

Úloha 4 Hledá se prvek X a sůl Y

19 bodů

1) Výpočty a úvahy:

Naznačené reakce probíhají podle následujícího schématu



Látkové množství jodu spotřebované během jodometrické titrace je:

$$n_{\text{I}_2} = \frac{1}{2} n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \cdot V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = \frac{1}{2} \cdot 0,1000 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 12,40 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 6,200 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Látková bilance mezi prvkem X a vznikajícím jodem je:

$$n_{\mathbf{X}} = \frac{1}{x \cdot y \cdot z} \cdot n_{\text{I}_2} = \frac{6,2 \cdot 10^{-4}}{x \cdot y \cdot z} \text{ mol}$$

Z tohoto údaje ale můžeme vypočítat molární hmotnost prvku X jako:

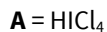
$$M_{\mathbf{X}} = \frac{m_{\mathbf{X}}}{n_{\mathbf{X}}} = \frac{39,4 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{\frac{6,2 \cdot 10^{-4}}{x \cdot y \cdot z} \text{ mol}} = 63,5 \cdot (x \cdot y \cdot z) \text{ g mol}^{-1}$$

Pokud by byl součin $xyz = 1$, byl by prvek X měď, nicméně, rozpouštěním mědi ve směsi kyseliny dusičné a chlorovodíkové nevzniká žlutý roztok. Pro $xyz = 2$ dostáváme $M_{\mathbf{X}} = 127,0 \text{ g mol}^{-1}$, což odpovídá

atomovému jodu. Je tedy velmi pravděpodobné, že $xyz = 4$, protože prvek **X** = I₂. Pro kontrolu – v případě součinu $xyz = 3$ by se jednalo o osmium, což rovněž chemicky nedává smysl.

Kyselina **A** a sůl **Y** tedy obsahují velmi pravděpodobně jod v kladném oxidačním stavu. Vzhledem k tomu, že kyselina **A** je jednosytná, je nutně $y = 1$ a mohou nastat dva případy, kdy $x = 2$ a $z = 2$ nebo $x = 1$ a $z = 4$. Kyselina dusičná, která se v první reakci používá je silně oxidující kyselina a plyn **B** nemůže být nic jiného než NO₂ (oranžovohnědý dráždivý plyn), musí být kyselina **A** buď HICl₂ nebo HICl₄ nebo HICl₆. První možnost nepřipadá v úvahu vzhledem ke stechiometrii třetí uvedené reakce, hexakoordinace atomu jodu chloridy rovněž není možná, kyselina **A** proto musí být HICl₄. Tuto domněnku následně potvrzuje i uvolňování zeleného plynu (chlor) ze soli **Y** při zahřívání.

Přehledně tedy:



*za identifikaci prvku **X** na základě relevantní úvahy a výpočtu 2,50 bodu
za identifikaci plynu **B** na základě relevantní úvahy 1,00 bodu
za identifikaci kyseliny **A** na základě relevantní úvahy 1,50 bodu*

celkem 5,00 bodu

2) Výpočty a úvahy:

Sůl **Y** je produktem reakce HICl₄ s KCl po volné krystalizaci z vodného roztoku. To nás vede k jednoduché domněnce, že se bude jednat o hydrát KICl₄ · aH₂O. Hmotnostní zlomek KCl v této látce je 0,2288, a lze tedy jednoduše psát, že:

$$w_{\text{KCl/Y}} = \frac{M_{\text{KCl}}}{M_{\text{Y}}} \rightarrow M_{\text{Y}} = \frac{M_{\text{KCl}}}{w_{\text{KCl/Y}}} = \frac{74,55 \text{ g mol}^{-1}}{0,2288} = 325,83 \text{ g mol}^{-1}$$

Obsah vody je tedy:

$$M_{a \cdot \text{H}_2\text{O}} = M_{\text{Y}} - M_{\text{KICl}_4} = 325,83 \text{ g mol}^{-1} - 307,81 \text{ g mol}^{-1} = 18,02 \text{ g mol}^{-1} \rightarrow a = 1$$

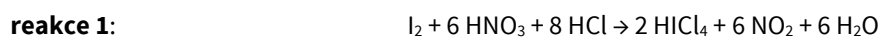
Sůl **Y** je tedy monohydrát KICl₄ · H₂O.



*za správný postup výpočtu molekulové hmotnosti **Y** 0,50 bodu
za relevantní postup identifikace počtu hydrátových vod 0,50 bodu
za identifikaci **Y** 1,00 bodu*

celkem 2,00 bodu

3) Rovnice



*za každou správně sestavenou rovnicí 1,50 bodu
za vyčíslení rovnic reakcí po 0,50 bodu*

celkem 6,00 bodu

4) Výpočty a úvahy:

Sůl **Y** bude v acetonu rozpustná na svou krystalovou vodu a kovalentní látku **C**, přičemž reziduální KCl zůstane v acetonu jako nerozpustný zbytek. Jednoduchou úvahou lze tedy dojít k tomu, že v acetonu rozpustná kovalentní látka musí být ICl₃.

Vede-li termický rozklad na dva plyny, z nichž jeden je kondenzující, pak tento kondenzující plyn musí být voda a nazelenalý plyn pak chlor.

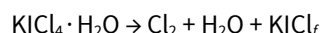


za identifikaci látky **C** 1,00 bodu
za identifikaci látek **D** a **E** po 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

5) Výpočty a úvahy:

Sůl **F** musí být bezvodá sůl obsahující jod, draslík a jistý počet atomů chloru, vzhledem k tomu, že termický rozklad **Y** probíhá následovně:



Sůl **F** obsahuje 31,47 % hm. KCl a je proto možné uvažovat podobně jako výše:

$$w_{\text{KCl}/\text{F}} = \frac{M_{\text{KCl}}}{M_{\text{F}}} \rightarrow M_{\text{F}} = \frac{M_{\text{KCl}}}{w_{\text{KCl}/\text{F}}} = \frac{74,55 \text{ g mol}^{-1}}{0,3147} = 236,89 \text{ g mol}^{-1}$$

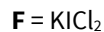
Obsah chloru je tedy

$$M_{\text{Cl}_f} = M_{\text{F}} - M_{\text{K}} - M_{\text{I}} = 236,89 \text{ g mol}^{-1} - 39,10 \text{ g mol}^{-1} - 126,90 \text{ g mol}^{-1} = 70,89 \text{ g mol}^{-1}$$

$$f = \frac{M_{\text{Cl}_f}}{M_{\text{Cl}}} = \frac{70,89 \text{ g mol}^{-1}}{35,45 \text{ g mol}^{-1}} = 2$$

Sůl **F** je tedy KICl_2 .

Rozpouštění KICl_2 v acetonu musí opět produkovat KCl a kovalentní látku **G**, která je bez váhání ICl.



za správný postup identifikace **F** 1,00 bodu
za identifikaci **F** a **G** po 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu

6) Rovnice

reakce 4:



za správně sestavenou rovnici 0,50 bodu
za správné vyčíslení 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

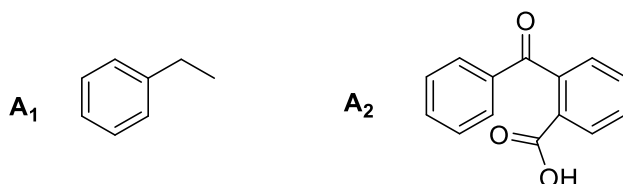
ORGANICKÁ CHEMIE

60 BODŮ

Úloha 1 Propylenoxid

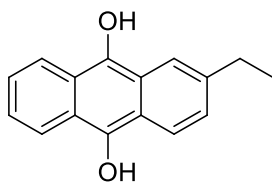
19 bodů

1)



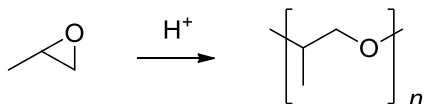
za molekulu A_1 1,50 bodu
za molekulu A_2 2,50 bodu
celkem 4,00 bodu

2)



za molekulu 2,00 bodu

3) Kyselé katalyzované otevření epoxidového kruhu by způsobilo buď hydrolyzu na propan-1,2-diol, nebo polymerační reakci a vznik polyetheru.

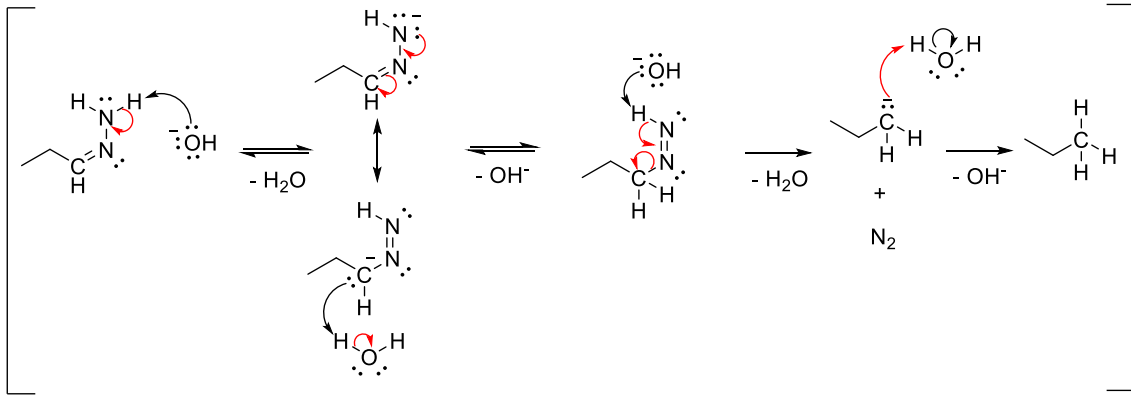


za uvedení reakce nebo popisu za vzniku diolu nebo polymeru 3,00 bodu
celkem 3,00 bodu

4) H_2N-NH_2 , hydrazin
Hydrazon

za činidlo (název nebo vzorec) 1,50 bodu
za označení produktu 1,00 bodu

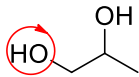
celkem 2,50 bodu



za každou šipku 0,50 bodu

celkem 3,50 bodu

5)



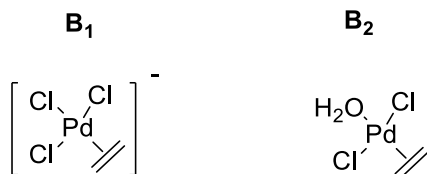
za molekulu 2,00 bodu
za indikaci kyslíku 2,00 bodu

celkem 4,00 bodu

Úloha 2 Cyklus počtvrté (a naposledy)

22 bodů

1)



Oxidační stav palladia v obou komplexech je Pd^{II}.

za každou molekulu 2,00 bodu
za oxidační stav 1,00 bodu

celkem 5,00 bodu

2) Odpověď:

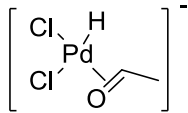
Reakce č. 1	Oxidativní adice
Reakce č. 2 (kombinace 2 elementárních reakcí)	Disociace a koordinace
Reakce č. 3 (kombinace 2 elementárních reakcí)	Disociace a koordinace
Reakce č. 4 (kombinace 2 elementárních reakcí)	Koordinace a inserce
Reakce č. 5	Disociace
Reakce č. 6	β-eliminace a koordinace (nepočítá se)
Reakce č. 7	Inserce
Reakce č. 8	β-eliminace hydridu a koordinace (nepočítá se)

Reakce č. 9	Reduktivní eliminace
-------------	----------------------

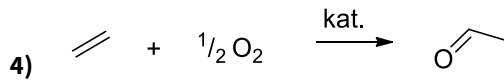
za každou elementární reakci 1,00 bodu

celkem 10,00 bodu

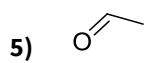
3)



za komplex 4,00 bodu



za rovnici 2,00 bodu

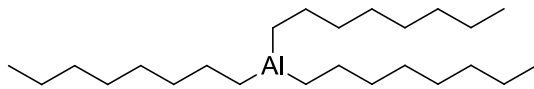


za molekulu 1,00 bodu

Úloha 3 Změkčovadla

19 bodů

1)



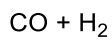
za molekulu 2,50 bodu

2) a), d)

za každou správnou odpověď 1,00 bodu
za každou špatnou odpověď -1,00 bodu
minimálně 0,00 bodu

celkem 2,00 bodu

3)



za každou molekulu 1,00 bodu

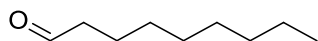
celkem 2,00 bodu

4) b)

za správnou odpověď 2,00 bodu
za špatnou odpověď -2,00 bodu
minimálně 0,00 bodu

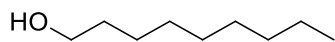
celkem 2,00 bodu

5)



akceptuje se i rozvětvený produkt, za molekulu 2,00 bodu

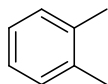
6)



za molekulu 2,00 bodu
za chybu v počtu uhlíků a současně správně uvedený alkohol náleží plný počet bodů, pouze tehdy když jsou uhlíkové skelety v odpovědích 5 a 6 stejné

celkem 2,00 bodu

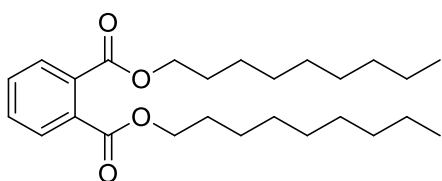
7)



za molekulu 3,00 bodu

8) Jsou potřeba 3 molekuly (vznikají 3 H₂O a 1,5 molu na oxidaci uhlíků).

za správnou odpověď 1,00 bodu



za molekulu 2,50 bodu
pokud jsou zde uvedeny kratší molekuly, shodně jako v odpovědích 5 a 6, uznat za plný počet bodů

celkem 2,50 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE**60 BODŮ****Úloha 1 Molekula NO****28 bodů****1) Odpověď: spektrum B**

Zdůvodnění: Má pouze jeden pík (dvouatomová molekula může mít pouze jeden vibrační mód).

*za správně určené spektrum 1,00 bod**za správně zdůvodnění 1,00 bod***celkem 2,00 bodu****2) Prvnímu spektru odpovídá molekula CO₂, třetí spektrum je HCN. Uznána bude jakákoliv smysluplná odpověď.***za každý smysluplný návrh molekuly 2,00 bodu***celkem 4,00 bodu****3) Silová konstanta: 744 N m⁻¹**Energie nulového bodu: **1,29 · 10⁻²⁰ J**

Výpočet:

$$E = \frac{1}{2} h\nu = \frac{1}{2} hc\tilde{\nu} = \frac{1}{2} \cdot 6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 130000 = 1,29 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$\mu_{\text{NO}} = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} = \frac{14u \cdot 16u}{30u} = 7,47 \cdot u = 7,47 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 1,240 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$k_{\text{NO}} = (2\pi c\tilde{\nu})^2 \cdot \mu = (2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 130000)^2 \cdot 1,240 \cdot 10^{-26} = 744 \text{ N m}^{-1}$$

*za správně vypočtenou redukovanou hmotnost 0,50 bodu**za správně vypočtenou silovou konstantu 0,50 bodu**za správně vypočtenou energii nulového bodu 1,00 bodu**za každý správný postup 2,00 bodu***celkem 6,00 bodu****4) Odpověď: Atomárnímu dusíku odpovídá spektrum B, atomárnímu kyslíku D. Řešení vyplývá z pořadí, množství a intenzity signálů (násobky intenzity odpovídají degenerovaným MO).***za správně přiřazení každého spektra 1,00 bodu**za správně zdůvodnění 1,00 bodu***celkem 3,00 bodu****5) Rychlost elektronů 2s orbitalu dusíku: 2,08 · 10⁷ m s⁻¹**Rychlost elektronů 1s orbitalu kyslíku: **1,56 · 10⁷ m s⁻¹**

Výpočet: 2s orbital dusíku má energii 22 eV:

$$E_k = h\nu - W = 1253,6 - 22 = 1231,6 \text{ eV} = 1,97 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

$$\text{Z rovnice kinetické energie (10): } v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,97 \cdot 10^{-16}}{9,109 \cdot 10^{-31}}} = 2,08 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

1s orbital kyslíku má energii 563 eV:

$$E_k = h\nu - W = 1253,6 - 563 = 690,6 \text{ eV} = 1,106 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

$$\text{Z rovnice kinetické energie (10): } v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,106 \cdot 10^{-16}}{9,109 \cdot 10^{-31}}} = 1,56 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

za každé správné řešení 1,00 bodu
za každý správný postup 1,00 bodu

celkem 4,00 bodu

6) Odpověď: **není barevný**

Zdůvodnění: Neabsorbuje ve viditelné oblasti (400–700 nm).

za správnou odpověď 0,50 bodu
za správné zdůvodnění 0,50 bodu

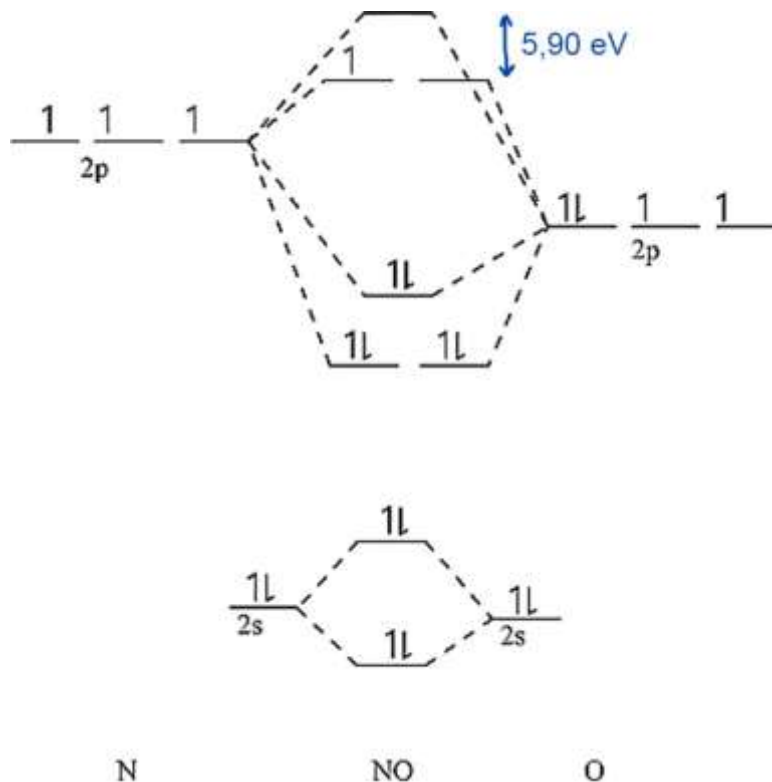
celkem 1,00 bodu

7) Energetický rozdíl: **5,90 eV**

Výpočet: Absorpční maximum píku s největší vlnovou délkou je kolem 210 nm:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{210 \cdot 10^{-9}} = 9,46 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 5,90 \text{ eV}$$

Diagram MO:



za správné řešení 1,00 bodu
za správný postup 1,00 bodu
za smysluplné schéma 4,00 bodu
za správné obsazení orbitalů elektrony 2,00 bodu

celkem 8,00 bodu

Úloha 2 Spektrofotometrie krve**10 bodů****1) Koncentrace bilirubinu: $4,036 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$** Koncentrace hemoglobinu: $2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

Výpočet:

Využijeme rovnici Lambertova–Beerova zákona (3) a aditivitu absorpance (4).

$$A_{451} = A_{451,\text{hem}} + A_{451,\text{bil}} = 62640 \cdot 1 \cdot c_{\text{hem}} + 55000 \cdot 1 \cdot c_{\text{bil}} = 0,138$$

$$A_{554} = A_{554,\text{hem}} + A_{554,\text{bil}} = 54520 \cdot 1 \cdot c_{\text{hem}} + 20 \cdot 1 \cdot c_{\text{bil}} = 0,118$$

Získáváme soustavu dvou rovnic o dvou neznámých. Vyřešením získáme:

$$c_{\text{hem}} = 2,17 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{bil}} = 4,036 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

Jelikož měřený vzorek byl 1000× naředěný, původní koncentrace složek v krvi jsou:

$$c_{\text{hem}} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{bil}} = 4,036 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

*za správnou soustavu dvou rovnic 2,00 bodu**za správné řešení soustavy rovnic 2,00 bodu**za každou správnou odpověď 1,00 bodu***celkem 6,00 bodu****2) Odpověď: Koncentrace bilirubinu je zvýšená a je potřeba navštívit lékaře.**

Výpočet: Pro hemoglobin převedeme látkovou koncentraci na hmotnostní koncentraci:

$$2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 64500 = 139,97 \text{ g dm}^{-3} = 14,00 \text{ g dl}^{-1} \text{ (koncentrace hemoglobinu je normální)}$$

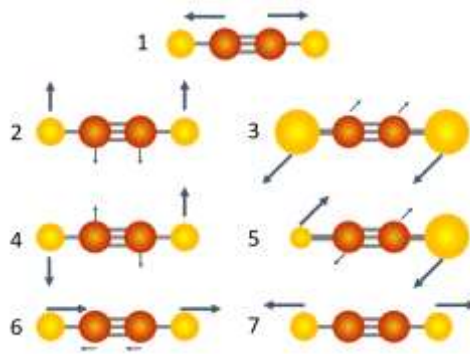
Analogicky pro bilirubin:

$$4,036 \cdot 10^{-5} \cdot 584,66 = 0,0236 \text{ g dm}^{-3} = 0,00236 \text{ g dl}^{-1} = 2,36 \text{ mg dm}^{-3}$$

(koncentrace bilirubinu je zvýšená a je potřeba navštívit lékaře)

*za každou správnou odpověď 1,00 bodu***celkem 2,00 bodu****3) Odpověď: 570–620 nm***za správnou oblast vlnových délek 1,00 bodu***4) Za barevnost samotného porfyrinu může systém konjugovaných dvojných vazeb. Ten by tedy musel být narušen, aby tato látka nebyla barevná.***za smysluplnou odpověď 1,00 bodu***Úloha 3 Složitější vibrace****22 bodů****1) Odpověď: 7**Výpočet: Z rovnice (6): $3N - 5 = (3 \cdot 4) - 5 = 7$ *za správný výsledek 1,00 bodu**za správný postup 1,00 bodu***celkem 2,00 bodu**

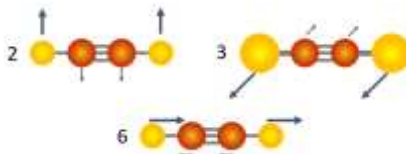
2)



za každý určený vibrační mód 1,00 bodu

celkem 7,00 bodu

3) Odpověď: 2, 3 a 6.

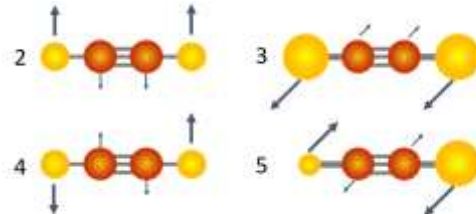


Zdůvodnění: Vibrace 2, 3 a 6 budou viditelné v infračerveném spektru, jelikož během těchto vibračních pohybů dochází ke změně dipólového momentu molekuly.

za každý správně určený mód 1,00 bodu
za smysluplné odůvodnění 2,00 bodu

celkem 5,00 bodu

4) Odpověď: Dvojice vibrací 2 a 3 a dvojice 4 a 5 jsou degenerované, protože představují stejný pohyb, pouze jinak orientovaný v prostoru.



za každou správně určenou dvojici 2,00 bodu

celkem 4,00 bodu

5) Odpověď: 2

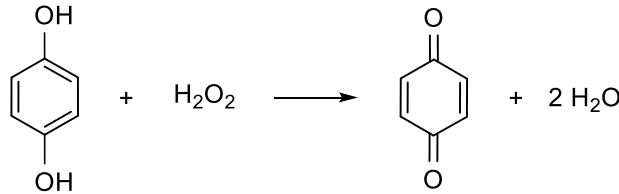
Zdůvodnění: Ve vibračním spektru uvidíme pouze dva píky: jeden z degenerované vibrace 2 a 3 (reprezentují stejný pohyb, tudíž mají stejný vlnčet) a druhý pík patřící vibraci 6.

za správnou odpověď 2,00 bodu
za smysluplné odůvodnění 2,00 bodu

celkem 4,00 bodu

BIOCHEMIE**60 BODŮ****Úloha 1 Hemoproteiny a radikály****35 bodů**

1) Rovnice:

*za strukturu hydrochinonu 2,00 bodu**za strukturu chinonu (od toho v zadání není napovězený název) 3,00 bodu**za vyčíslenou rovnici 5,00 bodu***celkem 10,00 bodů**

2) Koordinace sulfidu, respektive kyanidu, na ion železa v tomto hemoproteinu, čímž dojde k deaktivaci aktivního místa kompetitivní inhibicí.

za vysvětlení 5,00 bodů

3) Ion železa v průběhu katalytického cyklu křenové peroxidasy mění svůj oxidační stav (z „klidového“ Fe^{3+} stavu na obecně málo běžný, ale pro hemoenzymy pracující s peroxidem vodíku typický stav Fe^{4+} a nazpět, naopak hemoglobin nikoliv a v okysličeném i volném stavu obsahuje jen Fe^{2+} a oxidace (typicky na Fe^{3+}) ho inaktivuje.

za vysvětlení 10,00 bodů

4) Výpočet:

$$A = \varepsilon c l$$

$$c_{\text{barvivo}} = A / \varepsilon l = 0,893 / (11300 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1 \text{ cm}) = 7,903 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{barvivo}} = c(\text{H}_2\text{O}_2) \text{ (stechiometrie 1:1)}$$

Vzorek byl zředěn činidlem ze 2 na 4 ml, tj. 2×, tedy koncentrace H_2O_2 v původním vzorku je:

$$c = 2 \cdot c(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 \cdot 7,903 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = \mathbf{1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}}$$

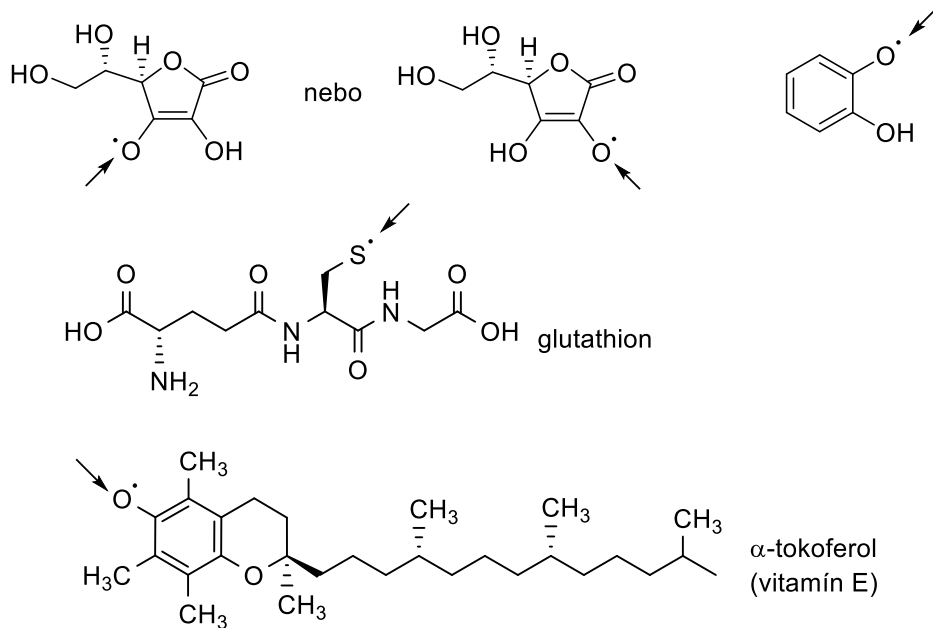
Uznat lze jakékoliv řešení vedoucí správnou úvahou ke správnému výsledku.

*za jakýkoliv správný postup 7,50 bodu**za numericky správný výsledek 2,50 bodu***celkem 10,00 bodů**

Úloha 2 Antioxidanty

25 bodů

1) Schéma:



alespoň jeden správný radikál od každého antioxidantu 2,50 bodu

celkem 10,00 bodu

2) Radikál může z dusíku rezonovat jak do poloh 2,4 a 6 nitrovaného aromátu (tj. na uhlíky, na kterých leží nitroskupiny), tak i do nitroskupin samotných (na oba atomy kyslíku v každé nitroskupině), tj. celkem na 10 poloh. Dvě fenylové skupiny na druhém z hydrazinových dusíků stericky brání sousední radikál na dusíku před rekombinací.

za vysvětlení 5,00 bodu

3) Vitamin C je klíčovým kofaktorem enzymů oxidujících aminokyselinové zbytky lysinu a prolinu v kolagenu (prolyl-3-hydroxylasa, prolyl-4-hydroxylasa, lysyl hydroxylasa – konkrétní enzymy ale nepožadovat). Hydroxylace prolinu je nezbytná pro stabilizaci nativní trojšroubovicové struktury ("triple helix") kolagenu, hydroxylace pak pro jeho síťování, které ho mechanicky vyztužuje. Chemicky to funguje tak, že tyto enzymy obsahují železo, které se v katalytickém cyklu oxiduje/redukuje mezi stavy Fe^{2+} a Fe^{3+} a kyselina askorbová regeneruje Fe^{2+} z Fe^{3+} .

za vysvětlení 10,00 bodu