



60. ročník

2023/2024

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie A

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE

60 BODŮ

Úloha 1 Jod

17 bodů

- 1) Jod má ze všech halogenů největší atomový poloměr, díky čemuž se dokáže obklopit daleko větším počtem atomů. U kyseliny jodisté tedy dochází k tomu, že je na centrální atom (jod) navázán větší počet OH skupin, neboť je pro ně „dostatek místa“.

za správnou odpověď 2,00 bodu

- 2) Nejsilnější oxidační činidlo: F_2
Nejsilnější redukční činidlo: KI

za každou správnou odpověď 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

- 3) Čísla reakcí: (1), (4)

Zdůvodnění: V uvedených reakcích (1) a (4) je na levé straně rovnice silnější oxidační činidlo než na pravé straně rovnice. Samovolně by nedocházelo k tomu, aby vznikala ze slabších oxidačních činidel ta silnější, neboť by silnější oxidační činidla byla náchylná k dalším reakcím. Totéž platí také pro redukční činidla.

V rovnicích (1) a (4) vystupují silnější redukční činidla na levé straně; ze silnějších redukčních činidel se tedy stávají slabší.

Tvrzení, že halogen ležící ve skupině výš dokáže vytěsnit halogen ležící níž ze své soli je sice správné, ale nevysvětluje podstatu – je to pouze pravidlo vyplývající z vět výše.

za každou správně vybranou rovnici 2,50 bodu
v případě jedné správné a jedné chybně zvolené rovnice udělit 1,50 bodu
v ostatních případech udělit 0,00 bodu

celkem maximálně 5,00 bodu

- 4) Reakce: (1)

Zdůvodnění: Porovnáváme pouze reakce, které budou probíhat. V reakci (1) vystupuje sice stejně silné oxidační činidlo jako v reakci (4), ale zároveň silnější redukční činidlo, proto bude reakce (1) probíhat ochotněji.

za správně vybrané číslo reakce 2,00 bodu

- 5) Vzorec: I_3^-

Název: trijodidový anion (trijodid)

Strukturní elektronový vzorec: $\begin{array}{c} \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{array}$ (dvojice teček odpovídá volnému elektronovému páru, čárka označuje záporný náboj).

Tvar: lineární

za správný vzorec 1,00 bodu
za správný název 1,00 bodu
za správný strukturní elektronový vzorec 1,00 bodu
za chybějící/špatně uvedené páry/náboj odečíst 0,50 bodu
za tvar 1,00 bodu

celkem maximálně 4,00 bodu

6) Lépe rozpustná ve vodě.

za správnou odpověď 1,00 bodu

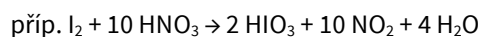
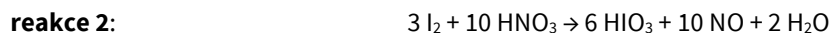
7) Fluor < chlor < brom < jod.

za správného seřazení 1,00 bodu
za jakékoliv jiné kombinace udělit 0,00 bodu

Úloha 2 Nerozlučná dvojka – oxid jodičný & kyselina jodičná

24 bodů

1) Rovnice:



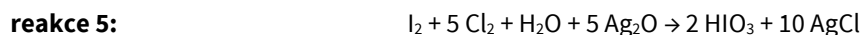
za každou správně sestavenou rovnici (případně i v iontové podobě) 0,50 bodu
za každé správné vyčíslení 0,50 bodu
(v případě sdělení znění rovnice 4 soutěžícím se za její znění a vyčíslení neudělí body)

celkem 4,00 bodu

2) Zdůvodnění:

Vzniklá HCl by způsobovala zpětnou redukci HIO₃ na jod, a proto je třeba HCl z reakční směsi odstraňovat.

Rovnice:



za zdůvodnění přídavku na základě zpětné redukce HIO₃ chlorovodíkem 1,00 bodu
(pokud je zdůvodněno pouze na základě posunu rovnováhy, udělit 0,50 bodu)
za správné sestavení rovnice (případně i v iontové podobě) 0,50 bodu
za správné vyčíslení rovnice 0,50 bodu
(v případě sdělení znění rovnice 5 soutěžícím se za danou rovnici a její vyčíslení neudělí body)

celkem 2,00 bodu

3) Výpočty:

Pro optimální vznik HIO₃ je nutné, aby byl poměr I₂ a Ag₂O ekvimolární v souladu s rovnicí reakce 5. Tedy:

$$\frac{n_{\text{I}_2}}{n_{\text{Ag}_2\text{O}}} = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{\frac{m_{\text{I}_2}}{M_{\text{I}_2}}}{\frac{m_{\text{Ag}_2\text{O}}}{M_{\text{Ag}_2\text{O}}}} = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{m_{\text{I}_2}}{m_{\text{Ag}_2\text{O}}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{M_{\text{I}_2}}{M_{\text{Ag}_2\text{O}}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{253,81 \text{ g mol}^{-1}}{231,74 \text{ g mol}^{-1}} = 0,219$$

za správnou látkovou bilanci 0,50 bodu
za správný postup výpočtu poměru hmotností 1,00 bodu
za numericky správný výsledek 0,50 bodu

v případě jakéhokoliv alternativního správného postupu vedoucího ke správnému řešení udělit plný počet bodů

celkem 2,00 bodu

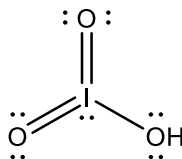
4) Návrh postupu:

Reakční směs obsahuje suspenzi AgCl v roztoku HIO₃ – je třeba odfiltrovat suspenzi AgCl, následně provést krystalizaci roztoku HIO₃ a izolaci vykrytalované HIO₃ filtrací.

za správný postup návrhu obsahujícího sekvenci filtrace–krystalizace–filtrace 2,00 bodu
v případě, že chybí izolace pevné HIO₃ odečíst 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

5) Strukturální elektronový vzorec:



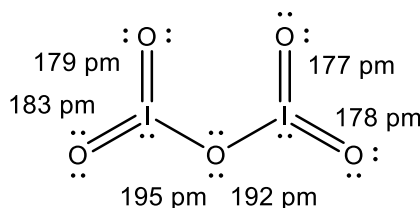
Název tvaru: trigonální (trojboká) pyramida

za správný strukturální elektronový vzorec 0,50 bodu

za správný název tvaru 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

6) Strukturální elektronový vzorec s uvedením vazebných délek, např.



Zdůvodnění přiřazení vazebných délek:

Kratší sada vazebných délek odpovídá obecně kratším terminálním dvojným vazbám I=O, kdežto delší sada vazebných délek odpovídá můstkovým jednoduchým vazbám I-O-I, které jsou obecně delší.

za správný strukturální elektronový vzorec 0,50 bodu

za přiřazení jakékoliv kratší sady vazebných délek dvojným vazbám a delší sady jednoduchým 0,50 bodu

za správné zdůvodnění přiřazení 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

7) Rovnice



za každou správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 1,00 bodu (dílní body se neudělují)

celkem 2,00 bodu

8) Rovnice



za každou správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 1,00 bodu (dílní body se neudělují)

celkem 2,00 bodu

9) Výpočty:

Celkové množství jodu, které vznikne po rozpuštění obsahu detekční trubičky v nadbytku KI, pochází jak z oxidace CO na CO_2 , tak zbylého I_2O_5 , který hydrolyzuje na HIO_3 , tedy:

$$n_{I_2/\text{total}} = n_{I_2/CO} + n_{I_2/I_2O_5} = \frac{1}{5} \cdot n_{CO} + 6 \cdot n_{I_2O_5}$$

Se zohledněním bilance jodu a thiosíranu při jodometrické titraci:

$$n_{S_2O_3^{2-}} = 2 \cdot n_{I_2/\text{total}} = 2 \cdot \left(\frac{1}{5} \cdot n_{CO} + 6 \cdot n_{I_2O_5} \right)$$

Zbylé látkové množství I_2O_5 v trubičce lze vyjádřit jako

$$n_{I_2O_5} = n_{I_2O_5/původní} - \frac{1}{5}n_{CO}$$

Celková bilance pak je:

$$n_{S_2O_3^{2-}} = 2 \cdot \left(\frac{1}{5} \cdot n_{CO} + 6 \cdot \left(n_{I_2O_5/původní} - \frac{1}{5}n_{CO} \right) \right) = 12 \cdot n_{I_2O_5/původní} - 2 \cdot n_{CO}$$

Dosažením dostaneme:

$$c_{S_2O_3^{2-}} \cdot V_{S_2O_3^{2-}} = 12 \cdot \frac{m_{I_2O_5}}{M_{I_2O_5}} - 2 \cdot n_{CO} \rightarrow n_{CO} = \frac{1}{2} \cdot \left(12 \cdot \frac{m_{I_2O_5}}{M_{I_2O_5}} - c_{S_2O_3^{2-}} \cdot V_{S_2O_3^{2-}} \right)$$

$$n_{CO} = \frac{1}{2} \cdot \left(12 \cdot \frac{0,1000 \text{ g}}{333,81 \text{ g mol}^{-1}} - 0,1000 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 27,36 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \right) = 4,294 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Toto látkové množství odpovídá objemu za standardních podmínek:

$$V_{CO} = \frac{n_{CO} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{4,294 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{101\,325 \text{ Pa}} = 1,050 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Objemový zlomek ve spalinách je tedy:

$$\varphi_{CO} = \frac{V_{CO}}{V_{spaliny}} = \frac{2,100 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}{50,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 210 \text{ ppm}$$

za správnou bilanci mezi vznikajícím jodem a CO a I_2O_5 1,00 bodu

za správnou bilanci jodometrické titrace 1,00 bodu

za zohlednění a bilanci úbytku I_2O_5 reakcí s CO 1,00 bodu

za správný postup výpočtu látkového množství CO ve vzduchu 1,00 bodu

za správný postup přepočtu látkového množství CO na objem 1,00 bodu

za správný postup výpočtu objemového zlomku 1,00 bodu

za numericky správný výsledek 1,00 bodu

v případě jakéhokoliv alternativního správného postupu vedoucího ke správnému řešení udělit plný počet bodů

celkem 7,00 bodu

Úloha 3 **Struktura a reaktivita interhalogenů jodu****19 bodů**

- 1) V případě sudého počtu vazebných partnerů by nesl příslušný centrální halogen nespárovaný elektron, čímž by byl nestabilní.

za správnou odpověď 2,00 bodu

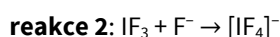
- 2) IF₃ – vzhledem k tomu, že má jod v této sloučenině 3 vazebné partnery a 2 volné elektronové páry, jeho tvar bude odpovídat písmenu T.

IF₅ – jod má 5 vazebných partnerů a 1 volný el. pár, tvarem odpovídá čtvercové (tetragonální) pyramidě.

IF₇ – jod má 7 vazebných partnerů, žádný elektronový pár, tvar odpovídá pentagonální bipyramidě.

*za každý správně určený tvar 1,00 bodu***celkem 3,00 bodu**

- 3) **reakce 1:** I₂ + 3 XeF₂ → 2 IF₃ + 3 Xe

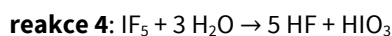


Název částice: anion tetrafluoridojoditanový/tetrafluoridojoditan

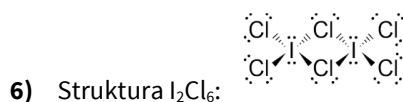
Tvar částice: čtverec (centrální atom má 4 vazebné partnery a 2 volné elektronové páry)

*za každou správně vyčíslenou rovnici 1,00 bodu**za chybějící vyčíslení odečíst 0,50 bodu**za správný název částice 1,00 bodu**za název tetrafluoridojoditanový anion udělit 0,50 bodu**za název tetrafluoridojoditý anion udělit 0,25 bodu**za správně určený tvar 1,00 bodu***celkem maximálně 4,00 bodu**

- 4) **reakce 3:** 2 IF₅ ⇌ IF₆⁻ + IF₄⁺

*za každou správně vyčíslenou rovnici 1,00 bod**za chybějící vyčíslení odečíst u rovnice 0,50 bodu**za špatně zakreslenou šipku v reakci 3 odečíst 0,50 bodu***celkem maximálně 2,00 bodu**

- 5) Neexistence ClF₇ je dána malým atomovým poloměrem chloru. Vzhledem k tomu, že jod má výrazně větší atomový poloměr, je pro něj jednodušší vazebné partnery kolem sebe rozmístit. I z toho důvodu neexistuje žádný jiný interhalogen XY₇ než IF₇ (kombinace největšího jodu a nejmenšího fluoru).

za správnou odpověď 2,00 bodu

Tvar okolí centrálního atomu v monomeru: písmeno T

Tvar okolí centrálního atomu v dimeru: čtverec

*za správnou strukturu včetně vyznačení všech volných párů 3,50 bodu**za chybějící/špatně uvedené páry udělit 2,00 bodu**za správný tvar okolí monomeru 1,00 bod**za správný tvar okolí dimeru 1,50 bodu***celkem maximálně 6,00 bodu**

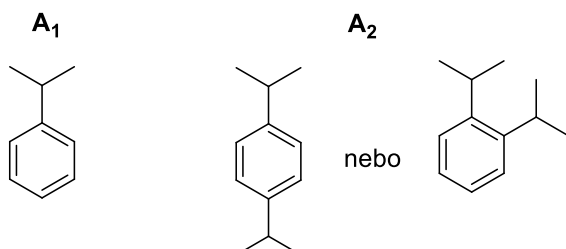
ORGANICKÁ CHEMIE

60 BODŮ

Úloha 1 Zvyšujeme hodnotu

22 bodů

1)



za každou molekulu 1,00 bodu

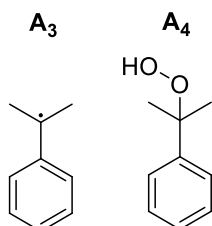
celkem 2,00 bodu

2) Přivést do reakce benzen ve výrazném přebytku, např. benzen : propen = 5–10 : 1.

za odpověď nebo rozumnou diskusi 2,00 bodu

celkem 2,00 bodu

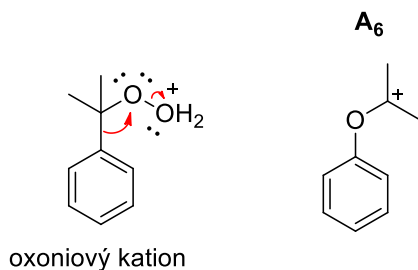
3)



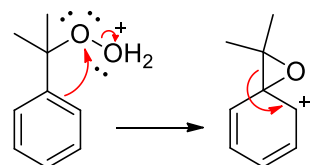
za každou molekulu 2,00 bodu

celkem 4,00 bodu

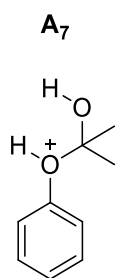
4)



Alternativně uznat tento postup za plný počet.

za každou šipku 1,00 bodu, za molekulu **A₆** 2,00 bodu**celkem 4,00 bodu**

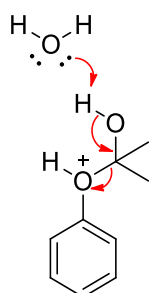
5)



za molekulu 1,00 bodu

celkem 1,00 bodu

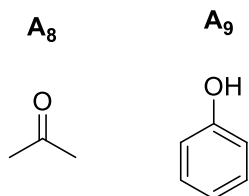
6)



za každou šipku 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu

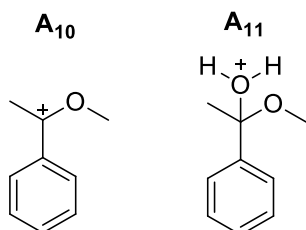
7)



za každou molekulu 1,50 bodu

celkem 3,00 bodu

8)



za každou molekulu 1,50 bodu

celkem 3,00 bodu

Úloha 2 Katalytický cyklus potřetí

18 bodů

1)



za molekulu 2,00 bodu

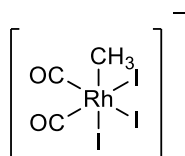
2)

Reakce č. 1	Oxidativní adice
Reakce č. 2	Inserce
Reakce č. 3	Koordinace
Reakce č. 4	Reduktivní eliminace

za každou odpověď 2,00 bodu

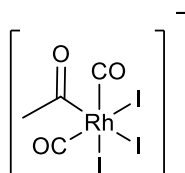
celkem 8,00 bodu

3)



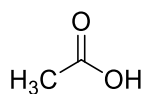
za komplex 2,00 bodu

4)



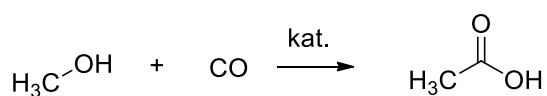
za komplex 2,00 bodu

5)



za molekulu 2,00 bodu

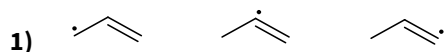
6)



za rovnici 2,00 bodu

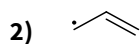
Úloha 3 Epichlorhydrin

20 bodů



za každý radikál 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu



Zdůvodnění: Je stabilizován rezonancí s dvojnou vazbou. Nepárový elektron je delokalizován, a tím je stabilní.

za odpověď 1,00 bodu

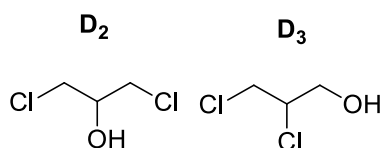
za zdůvodnění 2,00 bodu

celkem 3,00 bodu



za odpověď 1,50 bodu

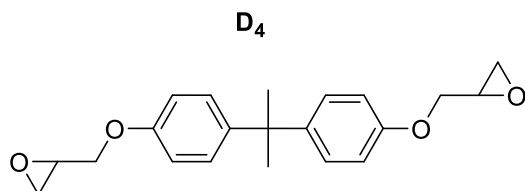
4)



za každou molekulu 2,00 bodu

celkem 4,00 bodu

5)

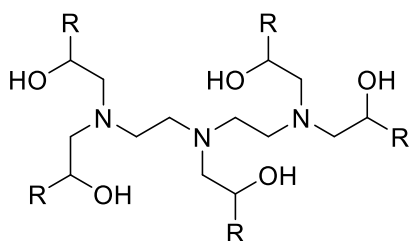


za správnou odpověď 3,00 bodu

za obrácené navázání (otevření epoxidu) 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu

6)


D₅

za správné navázání každé jednotky epoxidu na diethylentriamin 0,50 bodu.
za každou jednotku epoxidu na diethylentriaminu navíc (pouze při vytvoření 4 vazného dusíku) –0,50 bodu
minimálně 0,00 bodu

celkem 2,50 bodu

7)

Reaktivní část molekuly **D₅**: $\text{R}-\text{OH}$, alkoholová (hydroxy) skupina

Reaktivní část molekuly **D₄**: , epoxidový kruh

za reaktivní část každé z molekul 1,50 bodu

celkem 3,00 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

60 BODŮ

Úloha 1 Fotoelektronová spektroskopie

24 bodů

1) Odpověď: **13, 17, 20, 26 a 40 eV.**

Výpočet:

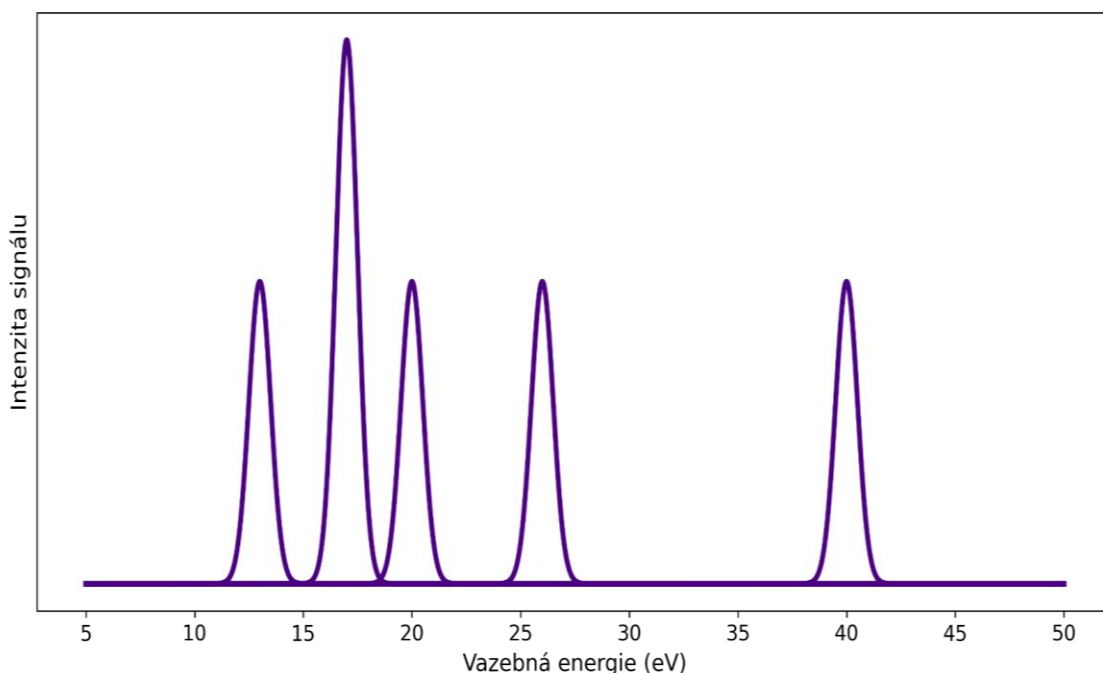
Pomocí rovnice fotoelektrického jevu (5) $h\nu = W + E_k$ a rovnice kinetické energie (10) $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ odvodíme rovnici pro vazebnou energii: $W = h\nu - E_k = h\nu - \frac{1}{2}mv^2$, do které dosadíme každou hodnotu rychlosti (a nezapomeneme převést J na eV).

Pro $v = 5,204 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ dostaneme

$$W = h\nu - \frac{1}{2}mv^2 = 90 - \frac{1}{2} \cdot \frac{9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (5,204 \cdot 10^6)^2}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 90 - 77 = 13 \text{ eV}$$

Analogicky dostaneme vazebné energie pro další rychlosti: 17, 20, 26 a 40 eV.

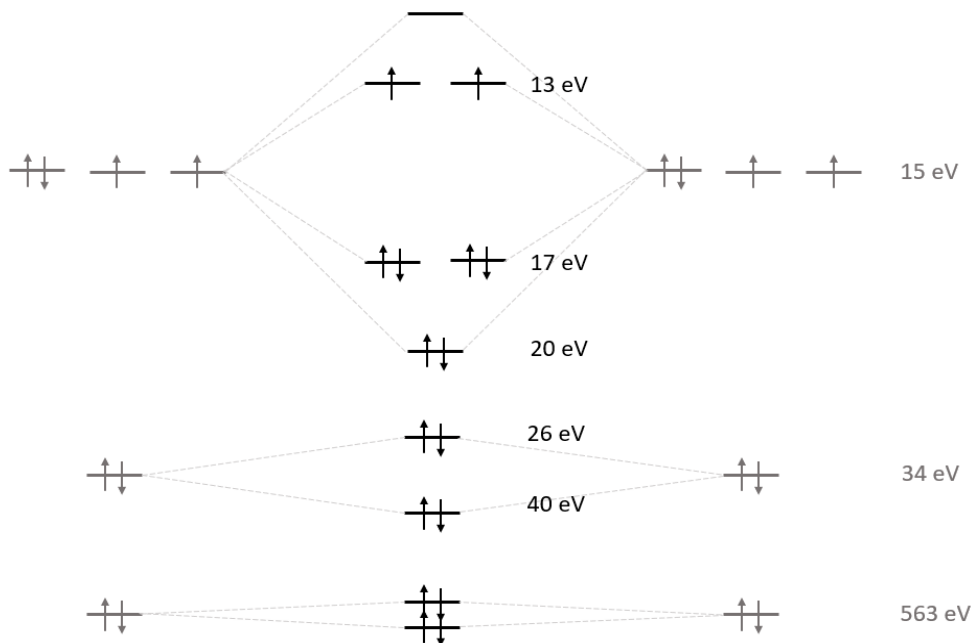
Schéma:



za každou správně vypočtenou energii 1,00 bodu
za smysluplné schéma spektra 3,00 bodu

celkem 8,00 bodu

2)



za správné pořadí jednotlivých AO a MO 8,00 bodu
za správné obsazení orbitalů elektrony 4,00 bodu

celkem 12,00 bodu

- 3) Signál odpovídající rychlosti elektronu $5,067 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ (17 eV) má dvojnásobnou intenzitu, protože odpovídá dvěma energeticky degenerovaným orbitalům obsazeným čtyřmi elektrony.

za smysluplné vysvětlení 2,00 bodu

- 4) Signály odpovídající 1σ orbitalu chybí v naměřeném spektru, protože použité záření o energii 90 eV nestačí na uvolnění daných elektronů. Museli bychom použít záření o vyšší energii, abychom mohli naměřit daný orbital.

za odůvodnění chybějících signálů 1,00 bodu
za smysluplný návrh změření chybějícího signálu 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

Úloha 2 Absorbance směsí**8 bodů**

- 1) Molární absorpční koeficient chlorofylu: **140 mM⁻¹ cm⁻¹** (absorpční maximum při 450 nm).

Molární absorpční koeficient karotenu: **90 mM⁻¹ cm⁻¹** (absorpční maximum při 450 nm).

za každý odečtený molární absorpční koeficient s tolerancí 5 mM cm⁻¹ 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

- 2) Odpověď: **640 nm**. Důvodem je, že v této oblasti neabsorbuje karoten. Ve všech ostatních oblastech, ve kterých má chlorofyl vysoký absorpční koeficient, je jeho absorpce záření sečtená s absorpcí karotenu, tudíž nelze jednoznačně určit jeho koncentraci.

za správnou odpověď 1,00 bodu

za odůvodnění 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

- 3) Koncentrace chlorofylu: **0,001 mmol dm⁻³**

Koncentrace karotenu: **0,004 mmol dm⁻³**

Výpočet: Využijeme rovnici Lambertova–Beerova zákona (3) a aditivitu absorbance (4).

Celková absorbance směsi se skládá ze sumy absorbancí jednotlivých složek:

$$A = A_{\text{chlorofyl}} + A_{\text{karoten}}$$

Napišeme absorbanci při 640 nm:

$$A_{640} = A_{640,\text{chlorofyl}} + A_{640,\text{karoten}} = 0 + 50 \cdot 1 \cdot c_{\text{chlorofyl}} = 0,05$$

Spočítáme koncentraci chlorofylu: $c_{\text{chlorofyl}} = 0,001 \text{ mmol dm}^{-3}$

Pak zapíšeme absorbanci při 450 nm:

$$A_{450} = A_{450,\text{chlorofyl}} + A_{450,\text{karoten}} = 90 \cdot 1 \cdot c_{\text{karoten}} + 140 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,5$$

A spočítáme koncentraci karotenu: $c_{\text{karoten}} = 0,004 \text{ mmol dm}^{-3}$

za každé správné řešení 1,00 bodu

za každý správný postup 1,00 bodu

celkem 4,00 bodu

Úloha 3 Vibrující chemická vazba

28 bodů

1) Silová konstanta a fundamentální vibrace C–C: **509 N m⁻¹, 1200 cm⁻¹**Silová konstanta a fundamentální vibrace C=C: **905 N m⁻¹, 1600 cm⁻¹**Silová konstanta a fundamentální vibrace C≡C: **1560 N m⁻¹, 2100 cm⁻¹**

Výpočet:

Nejdřív spočítáme redukovanou hmotnost pro vazbu C–C podle rovnice (8):

$$\mu = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} = \frac{(12 \cdot u)^2}{24 u} = 6 \cdot u = 6 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 9,963 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Následně využijeme upravenou rovnici (7), do které dosadíme silovou konstantu 1560 N m⁻¹:

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} = \frac{1}{2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8} \sqrt{\frac{1560}{9,963 \cdot 10^{-27}}} = 210071 \text{ m}^{-1} = 2100 \text{ cm}^{-1}$$

Analogicky vypočítáme vlnčet pro dvě další silové konstanty:

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} = \frac{1}{2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8} \sqrt{\frac{905}{9,963 \cdot 10^{-27}}} = 160003 \text{ m}^{-1} = 1600 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} = \frac{1}{2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8} \sqrt{\frac{509}{9,963 \cdot 10^{-27}}} = 119995 \text{ m}^{-1} = 1200 \text{ cm}^{-1}$$

za správné přiřazení silových konstant 1,00 bodu

za výpočet redukované hmotnosti 1,00 bodu

za správné hodnoty vlnčetů 2,00 bodu

za správný postup výpočtu vlnčetů 2,00 bodu

celkem 6,00 bodu2) Redukovaná hmotnost H₂: **8,303 · 10⁻²⁸ kg**Redukovaná hmotnost Cl₂: **2,947 · 10⁻²⁶ kg**Redukovaná hmotnost HCl: **1,611 · 10⁻²⁷ kg**

Výpočet: z rovnice (8)

$$\mu_{\text{H}_2} = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} = \frac{(1 \cdot u)^2}{2 u} = 0,5 \cdot u = 0,5 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 8,303 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\mu_{\text{Cl}_2} = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} = \frac{(35,5 \cdot u)^2}{71 u} = 17,75 \cdot u = 17,75 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 2,947 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$\mu_{\text{HCl}} = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} = \frac{35,5 \cdot u^2}{36,5 u} = 0,97 \cdot u = 0,97 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 1,611 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

za každé správné řešení 1,00 bodu

za správný postup 2,00 bodu

celkem 5,00 bodu3) Silová konstanta H–H: **555 N m⁻¹**Silová konstanta H–Cl: **409 N m⁻¹**Silová konstanta Cl–Cl: **651 N m⁻¹**Nejsnáze rozštěpitelná vazba: **HCl, protože má nejnižší silovou konstantu**

Výpočet: Z rovnice (7) odvodíme vztah pro silovou konstantu:

$$k = (2\pi c\tilde{\nu})^2 \cdot \mu$$

Nezapomeneme převést hodnoty vlnočtů z cm^{-1} do m^{-1} , potom:

$$k_{\text{H}_2} = (2\pi c\tilde{\nu})^2 \cdot \mu = (2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 434200)^2 \cdot 8,303 \cdot 10^{-28} = 555 \text{ N m}^{-1}$$

$$k_{\text{Cl}_2} = (2\pi c\tilde{\nu})^2 \cdot \mu = (2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 78900)^2 \cdot 2,947 \cdot 10^{-26} = 651 \text{ N m}^{-1}$$

$$k_{\text{HCl}} = (2\pi c\tilde{\nu})^2 \cdot \mu = (2\pi \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 267600)^2 \cdot 1,611 \cdot 10^{-27} = 409 \text{ N m}^{-1}$$

za každé správné řešení 1,00 bodu

za správnou odpověď 1,00 bodu

za správný postup 2,00 body

celkem 6,00 bodu

- 4) Rovnice energie nulového bodu: $E = \frac{1}{2}h\nu$

za správnou rovnici 1 bod

- 5) Energie nulového bodu: $4,31 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

Výpočet: Experimentální vlnoččet vibrace molekuly $\text{H}_2 = 4342 \text{ cm}^{-1}$ převedeme do m^{-1} a použijeme upravenou rovnici (9):

$$E_{ZPE} = \frac{1}{2}h\nu = \frac{1}{2}hc\tilde{\nu} = \frac{1}{2} \cdot 6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 434200 = 4,31 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

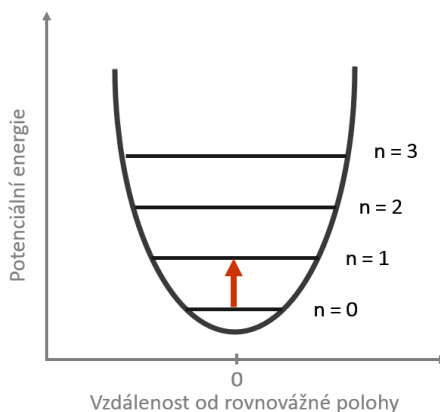
za správné řešení 1,00 bodu

za správný postup 1,00 bodu

za správnou odpověď v jiných jednotkách penalizace 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

- 6) Slovní popis grafu: parabolická křivka s vrcholem v bodě 0. Na této křivce jsou zakresleny ekvidistantní hladiny, přičemž hladina $n=0$ není umístěna v nejnižším bodě paraboly, ale je trochu výše.



za smysluplné schéma energetických hladin 1,00 bodu

za vyznačení energie nulového bodu 1,00 bodu

za vyznačení fundamentálního přechodu 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu

- 7) Energie přechodu: $8,62 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

Výpočet: Z definice energie přechodu z nultého do prvního vibračního stavu odpovídá energie dvojnásobku energie nulového bodu (platí pouze pro diatomika a harmonický potenciál):

$$E = E_1 - E_0 = h\nu \left(\frac{1}{2} + 1 \right) - h\nu \left(\frac{1}{2} + 0 \right) = h\nu = 2 * E_{ZPE} = 8,62 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

za správné řešení 1,00 bod

za správný postup 1,00 bod

za správnou odpověď v jiných jednotkách penalizace 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

8) Vlnová délka: 2304 nm

Část spektra: infračervená oblast

Výpočet: z rovnice (1)

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{8,62 \cdot 10^{-20}} = 2,304 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2304 \text{ nm}$$

za správné řešení 1,00 bodu

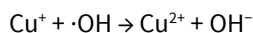
za správně určenou oblast spektra 1,00 bodu

za správný postup 1,00 bodu

celkem 3,00 bodu

BIOCHEMIE**60 BODŮ****Úloha 1 Reaktivní formy kyslíku****60 bodů**

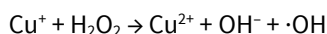
1) Rovnice:

*za rovnicí 5,00 bodu*

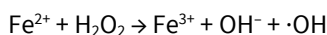
2) Rovnice A:



Rovnice B:

*za každou rovnicí 5,00 bodu***celkem 10,00 bodu**

3) Rovnice:

*za rovnicí 5,00 bodu*

4) Spotřeba kyslíku v aerobním metabolismu je vysoká, a proto je i dýchacího pigmentu třeba hodně, protože transportní kov metaloproteinu váže kyslík stechiometricky. Tak vzácného prvku, jako je kobalt, by organismus nikdy z okolního prostředí nevytěžil dostatek.

za vysvětlení 10,00 bodu

5) Výpočet:

$$\Delta t = 5 \text{ J kg}^{-1} / 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} = \mathbf{1,2 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}}$$
, tedy velmi malé ohřátí

*za postup 5,00 bodu**za numericky správný výsledek 5,00 bodu***celkem 10,00 bodu**

6) Pro vznik sterilizujících reaktivních forem kyslíku prostřednictvím ionizujícího záření je zapotřebí molekulární kyslík jako zdroj kyslíku. V anaerobních podmínkách se stanou významnými další mechanismy poškození buněk (vznik radikálů radiolýzou vody, přímé poškození DNA a membrán), které však jsou výrazně méně účinné.

za vysvětlení 4,00 body

7) Ozón (O_3) vzniká z molekul kyslíku (O_2) ve vzduchu radiolýzou ionizujícím zářením (výbuch jaderné bomby), respektive výbojem statické elektřiny (laserové tiskárny, xerokopírky).

za vysvětlení 4,00 body

8) Výpočet:

$$m = 1,18 \cdot 10^{18} / 1000 \cdot 12 / (2 \cdot 16) \text{ tun} = \mathbf{4,4 \cdot 10^{14} \text{ tun}}$$

*za postup 2,00 bodu**za výsledek 2,00 bodu***celkem 4,00 bodu**

9) Výpočet:

Energie ve fosilních palivech je $4,4 \cdot 10^{14} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 32,8 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1} = 1,443 \cdot 10^{25} \text{ J}$

Solární konstanta (světelný příkon dopadající ze Slunce na plochu 1 m^2 KOLMOU na osvětlení) je 1360 Wm^{-2} . Poloměr Země je 6371 km . Povrch Země, na který sluneční záření dopadá je plocha stínu Země, tedy $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot (6371 \cdot 10^3 \text{ m})^2 = 1,275 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$

Příkon Slunce na plochu Země je pak $1,275 \cdot 10^{14} \text{ m}^2 \cdot 1360 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} = 1,734 \cdot 10^{17} \text{ J s}^{-1}$

Tedy vystačí na $1,443 \cdot 10^{25} \text{ J} / 1,734 \cdot 10^{17} \text{ J s}^{-1} = 8,3249 \cdot 10^7 \text{ s} = \mathbf{964 \text{ dní}}$.

Výpočet pro alternativní hodnotu $1,0 \cdot 10^{12} \text{ t}$:

Energie fosilních paliv $1,0 \cdot 10^{12} \cdot 1000 \cdot 32,8 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,28 \cdot 10^{22} \text{ J}$

Příkon Slunce na plochu Země je $\pi \cdot (6371 \text{ 000})^2 \cdot 1360 \text{ J s}^{-1} = 1,733 \cdot 10^{17} \text{ J s}^{-1}$

Tedy vystačí na $3,28 \cdot 10^{22} \text{ J} / 1,733 \cdot 10^{17} \text{ J s}^{-1} = 1,89267 \cdot 10^6 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ dny}}$.

*za správné uvážení smyslu solární konstanty a výpočet povrchu, na který záření dopadá 2,00 bodu
za správný postup výpočtu energie ve fosilních palivech 2,00 bodu
za správný postup výpočtu času 2,00 bodu
za numericky správný výsledek 2,00 bodu*

celkem 8,00 bodu