



**56. ročník**

**2019/2020**

**NÁRODNÍ KOLO**

**Kategorie A**

---

**Teoretická část – Řešení**

## ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Sloučeniny uhlíku s kyslíkem

8 bodů

1) A: CO, B: uhlík, C: CO<sub>2</sub>, D: Fe(CO)<sub>5</sub>, X: C

za každou správně určenou položku 0,50 bodu

**celkem max. 2,50 bodu**

2) Vzhledem k tomu, že v atmosféře argonu vzorek nemohl podlehnout jakékoliv reakci s atmosférou, je veškerá jeho hmota zachována v produktech rozkladu. 500 mg vzorku tedy obsahuje:

$$m(\text{CO}_2) = 169,2 \text{ mg} \rightarrow n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{169,2}{43,99} = 3,846 \text{ mmol}$$

$$m(\text{CO}) = 71,8 \text{ mg} \rightarrow n(\text{CO}) = \frac{71,8}{28,00} = 2,564 \text{ mmol}$$

$$m(\text{O}_2) = 20,5 \text{ mg} \rightarrow n(\text{O}_2) = \frac{20,5}{31,98} = 0,641 \text{ mmol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 23,1 \text{ mg} \rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{23,1}{18,00} = 1,283 \text{ mmol}$$

$$m(\text{C}) = 500 - 169,2 - 71,8 - 20,5 - 23,1 = 215,4 \text{ mg} \rightarrow n(\text{C}) = \frac{215,4}{12,01} = 17,935 \text{ mmol}$$

Celková látková množství jednotlivých prvků ve vzorku jsou pak dána

$$n_{\text{celk}}(\text{C}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{CO}) + n(\text{C}) = 24,345 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{celk}}(\text{H}) = 2 \times n(\text{H}_2\text{O}) = 2,566 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{celk}}(\text{O}) = 2 \times n(\text{CO}_2) + n(\text{CO}) + 2 \times n(\text{O}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) = 12,821 \text{ mmol}$$

Vzorec oxidu grafitu lze zapsat jak C<sub>24,345</sub>H<sub>2,566</sub>O<sub>12,821</sub>, což lze dělením nejmenším z čísel převéstna C<sub>9,5</sub>H<sub>0,5</sub> ≡ C<sub>19</sub>H<sub>2</sub>O<sub>10</sub>.

za správně zvolený postup 2,00 bodu

za správný vzorec 0,50 bodu

**celkem max. 2,50 bodu**

3) Z rovnováhy mez  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ve vodném roztoku plyne

$$K = \frac{a(\text{H}_2\text{CO}_3)}{a(\text{CO}_2) \times a(\text{H}_2\text{O})} = 1,7 \times 10^{-3}$$

Ve zředěném roztoku je aktivita vody téměř jednotková, hodnota rovnovážné konstanty zde tedy v podstatě udává poměr kyseliny uhličité a oxidu uhličitého ve vodném roztoku  $\text{CO}_2$ . Vzhledem k nízké hodnotě konstanty je to v podstatě také podíl celkového rozpuštěného  $\text{CO}_2$ , který vytvořil molekuly  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

$$\frac{a(\text{H}_2\text{CO}_3)}{a(\text{CO}_2)} = 1,7 \times 10^{-3}$$

$$a(\text{H}_2\text{CO}_3) = 1,7 \times 10^{-3} \times a(\text{CO}_2) \approx 1,7 \times 10^{-3} \times [a(\text{H}_2\text{CO}_3) + a(\text{CO}_2)]$$

$$a(\text{H}_2\text{CO}_3) + a(\text{CO}_2) = \frac{a(\text{H}_2\text{CO}_3)}{1,7 \times 10^{-3}}$$

Tabulková první konstanta acidity  $\text{H}_2\text{CO}_3$  je:

$$K_{a,1} = 10^{-\text{p}K_{a,1}} = 4,27 \times 10^{-7}$$

Tato hodnota vychází z předpokladu, že všechny rozpuštěný  $\text{CO}_2$  je ve formě  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , tedy je vlastně definována jako

$$K_{a,1} = \frac{a(\text{H}^+) \times a(\text{HCO}_3^-)}{a(\text{H}_2\text{CO}_3) + a(\text{CO}_2)} = \frac{a(\text{H}^+) \times a(\text{HCO}_3^-)}{\frac{a(\text{H}_2\text{CO}_3)}{1,7 \times 10^{-3}}} = 4,27 \times 10^{-7}$$

Snadnou úpravou zjistíme, že reálná hodnota konstanty acidity  $\text{H}_2\text{CO}_3$  je

$$\frac{a(\text{H}^+) \times a(\text{HCO}_3^-)}{a(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 2,51 \times 10^{-4}$$

tedy reálné  $\text{p}K_{a,1}$  je 3,6.

za správně zvolený postup 2,00 bodu  
za správný výsledek 1,00 bodu

**celkem max. 3,00 bodu**

**Úloha 2 Kyslíkaté skupiny na povrchu uhlíku****4 body****1)** Na signálu CO: červený fenoly, zelený anhydridy, fialový karbonyly (chinony)Na signálu CO<sub>2</sub>: žluté karboxyly, zelený anhydridy, modrý laktony*za správnou odpověď 2,00 bodu***2)** Plochy píků v tabulce po vydělení rychlostí ohřevu ( $5\text{ °C min}^{-1} = 0,0833\text{ °C s}^{-1}$ ) dávají přímo obsahy jednotlivých funkčních skupin (po jejich přiřazení píkům – viz předchozí otázka).

CO	množství ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )	CO <sub>2</sub>	množství ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )
fenoly	3048	karboxyly	304
anhydridy	324	anhydridy	324
karbonyly/chinony	797	laktony	89

*za správné výsledky 2,00 bodu*

### Úloha 3      Specifický povrch

4 body

- 1) Grafen je tvořen pravidelnými šestiúhelníky uspořádanými do roviny. Jeho specifický povrch je stejný jako povrch jednoho šestiúhelníku (samozřejmě vzatý dvakrát – shora a zespodu) vztažený na hmotnost atomů uhlíku, které mu přísluší. Vzhledem k tomu, že každý atom uhlíku je součástí tří šestiúhelníků, přispívá k hmotnosti jednoho šestiúhelníku pouze jednou svou třetinou – hmotnost jednoho šestiúhelníku ve struktuře grafenu odpovídá tedy hmotnosti 2 atomů uhlíku. Po této úvaze je výpočet jednoduchý.

$$\text{Plocha šestiúhelníku (z obou stran): } S = 2 \times \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 = 3\sqrt{3} \times 0,1421^2 = 0,1049 \text{ nm}^2$$

$$\text{Hmotnost šestiúhelníku: } m = 2 \times \frac{M(\text{C})}{6 \times 10^{23}} = 4,0 \times 10^{-23} \text{ g}$$

Specifický povrch je tedy

$$\frac{S}{m} = \frac{0,1049}{4,0 \times 10^{-23}} = 2,6225 \times 10^{21} \text{ nm}^2 \text{ g}^{-1} = 2623 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$$

za správný výsledek **2,00 bodu**

- 2) Ze vztahu pro Langmuirovu izotermu

$$a = \frac{a_m b p_r}{1 + b p_r}$$

vyplývá, že podíl pokrytého povrchu je:

$$\frac{a}{a_m} = \frac{b p_r}{1 + b p_r} = 0,15$$

Odtud:

$$p_r = \frac{0,15}{0,85b} = \frac{0,15}{0,85 \times 0,75} = 0,235 \text{ kPa}$$

za správný výsledek **2,00 bodu**

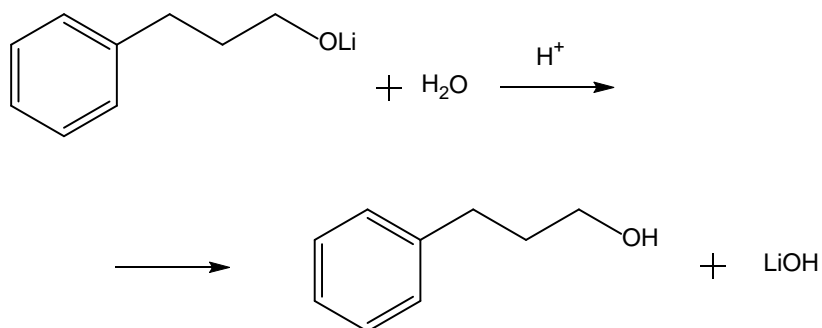
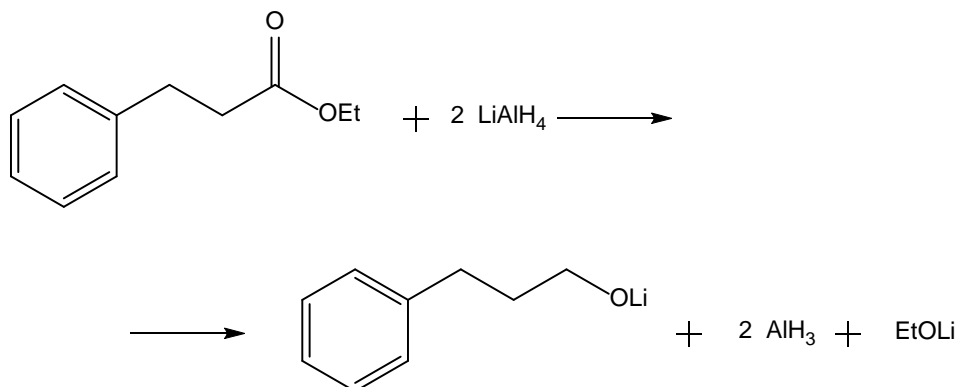
## ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1

5,5 bodu

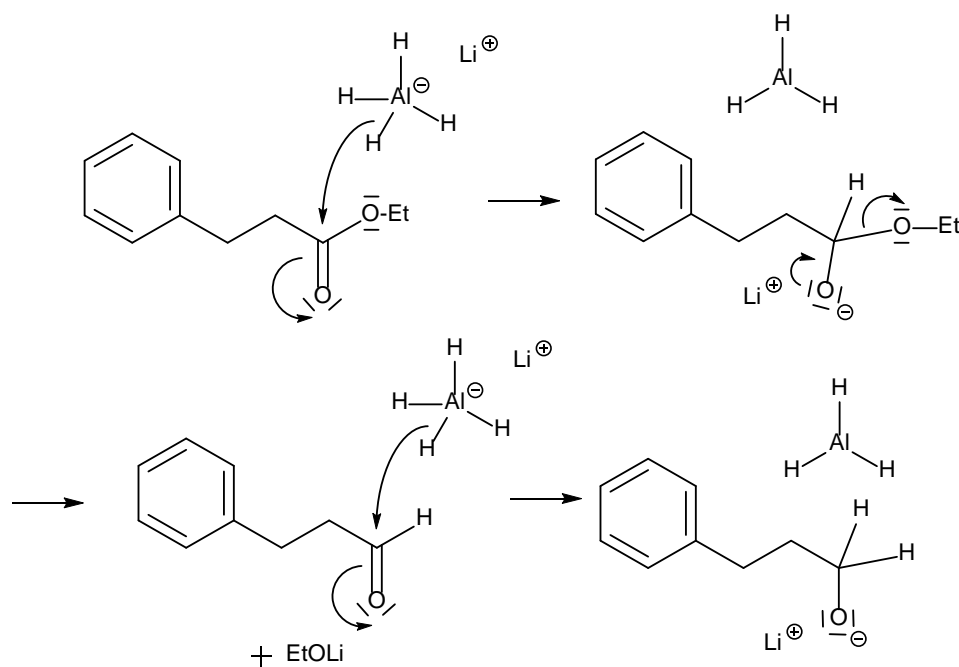
1)



za každou vyčíslenou rovnici včetně činidel a produktů 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

2)



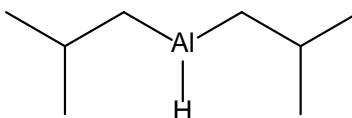
za mechanismus 1,50 bodu  
za správně umístěné šipky 0,50 bodu  
za správně umístěné elektronové páry 0,50 bodu

**celkem 2,50 bodu**

3) Reaktivita karbonylové skupiny meziprojektu reakce (aldehydu) vůči nukleofilu je obecně mnohem vyšší než reaktivita výchozího esteru.

za vysvětlení 0,25 bodu

4) Na přímou redukci esteru na aldehyd je obvyklým činidlem DIBAL (někdy psáno jako DIBAH nebo DIBAL(H)) – diisobutylalan. Jeho struktura:

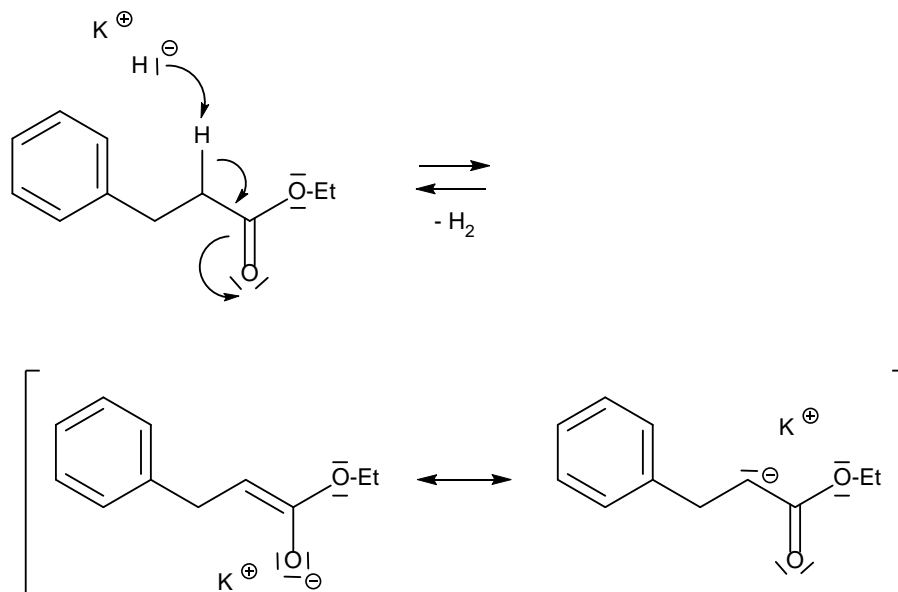


Případně je možné použít jiné stericky náročné hydridy.

za správné činidlo 0,25 bodu  
za strukturu 0,25 bodu

**celkem 0,50 bodu**

- 5) U komplexních hydridů převládají nukleofilní vlastnosti – reagují proto s karbonylovými sloučeninami ve smyslu adice hydridu (nukleofilu) na karbonylový uhlík. U binárních alkalických hydridů převládají bazické vlastnosti – hydridový anion je perfektně kompatibilní s kationtem  $H^+$ . KH bude reagovat jako báze: odtrhne kyselý vodík v  $\alpha$ -poloze a vytvoří enolát:

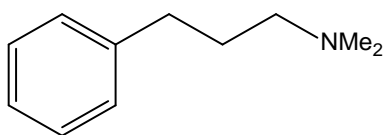


kterákoli z obou rezonančních struktur je správná

za vysvětlení 0,50 bodu  
za správné umístění zahnutých šipek 0,25 bodu  
za elektronové páry 0,25 bodu

**celkem 1,00 bodu**

- 6)



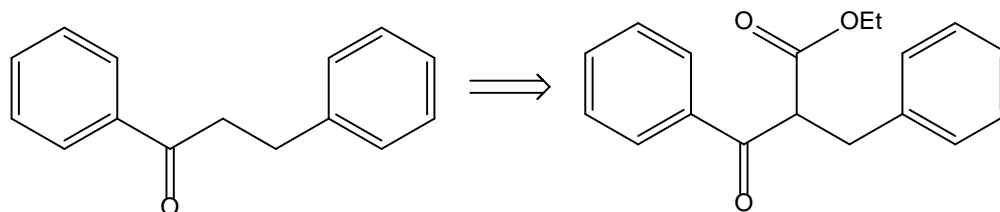
za správný produkt 0,25 bodu



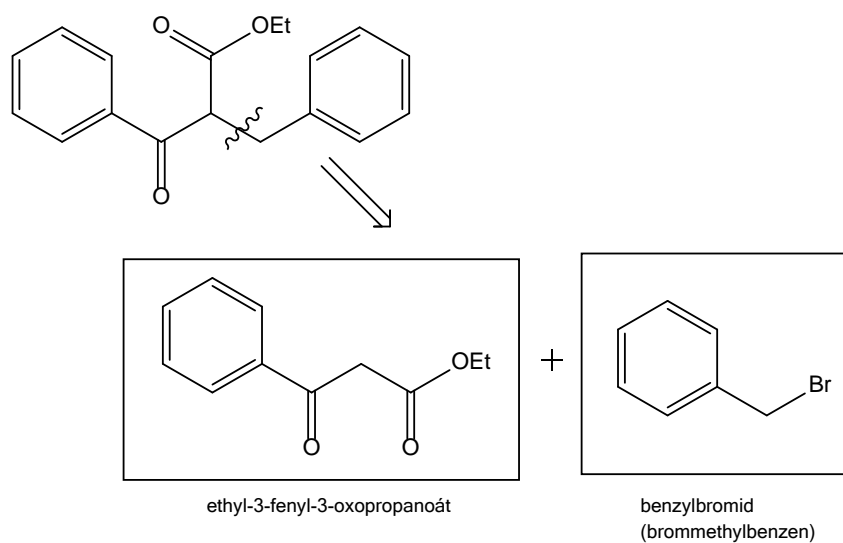
## Úloha 2

7 bodů

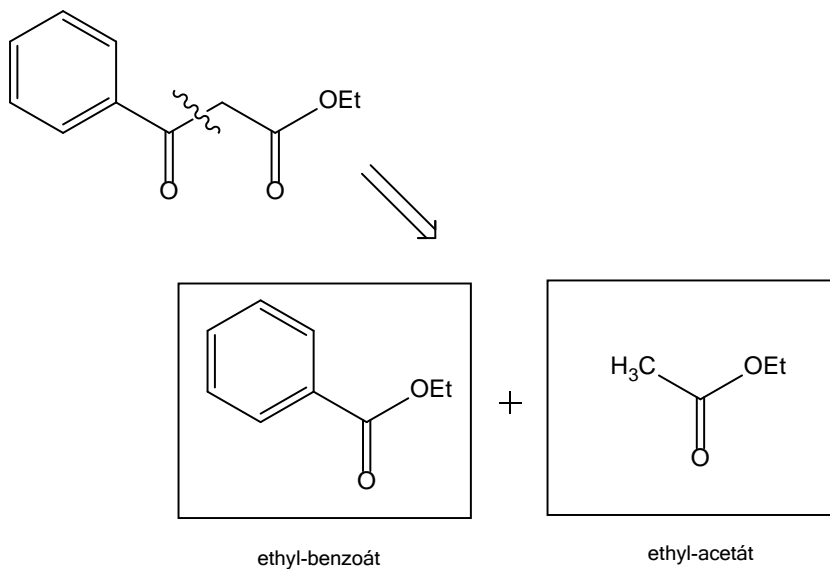
1) Výchozí látkou pro dekarboxylaci bude následující oxoester:



ke kterému lze dospět alkyací ethyl-3-fenyl-3-oxopropanoátu pomocí benzylbromidu v přítomnosti báze:



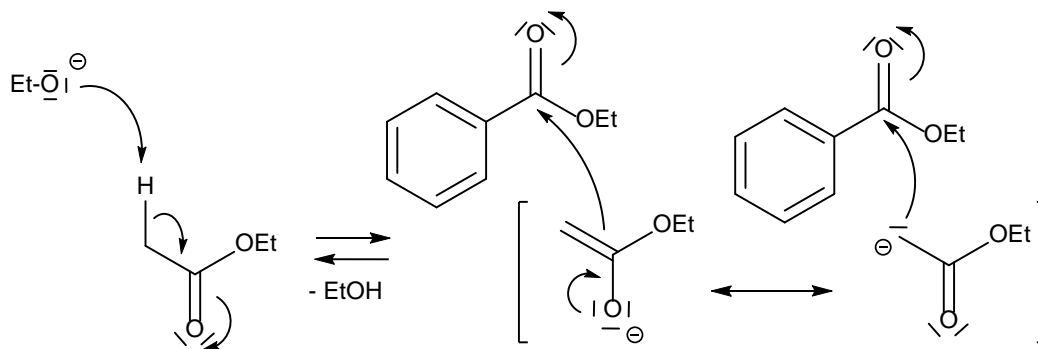
Potřebný ethyl-3-fenyl-3-oxopropanoát získáme smíšenou Claisenovou kondenzací ethyl-benzoátu a ethyl-acetátu:



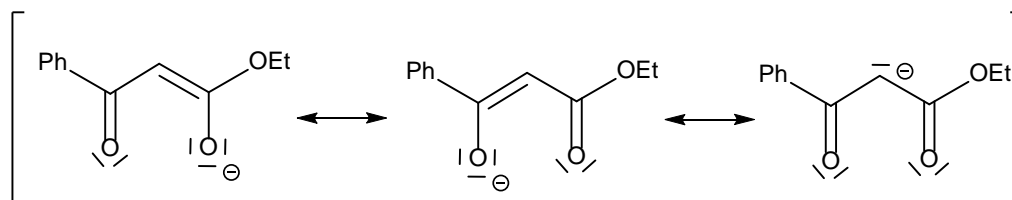
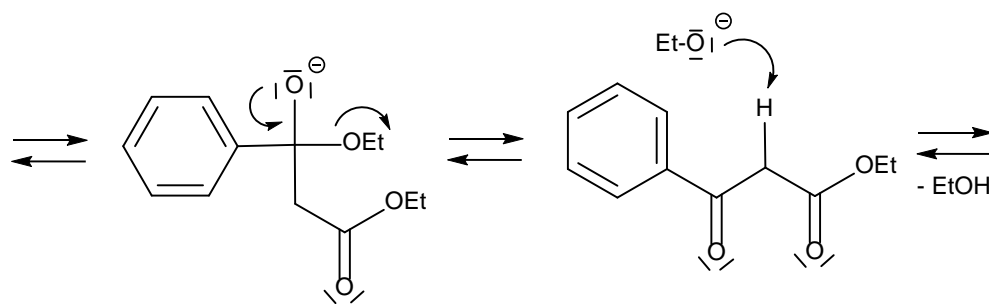
0,50 bodu za identifikaci každé ze čtyř základních výchozích látek (v rámečku)  
(0,40 bodu za vzorec a 0,10 bodu za název)

**celkem 2,00 bodu**

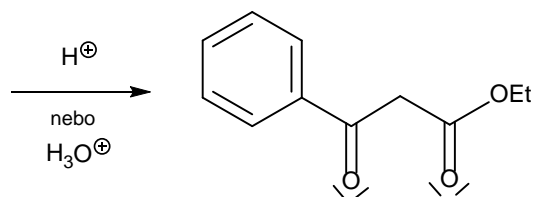
2)



kterákoli z obou rezonančních struktur enolátu je správná



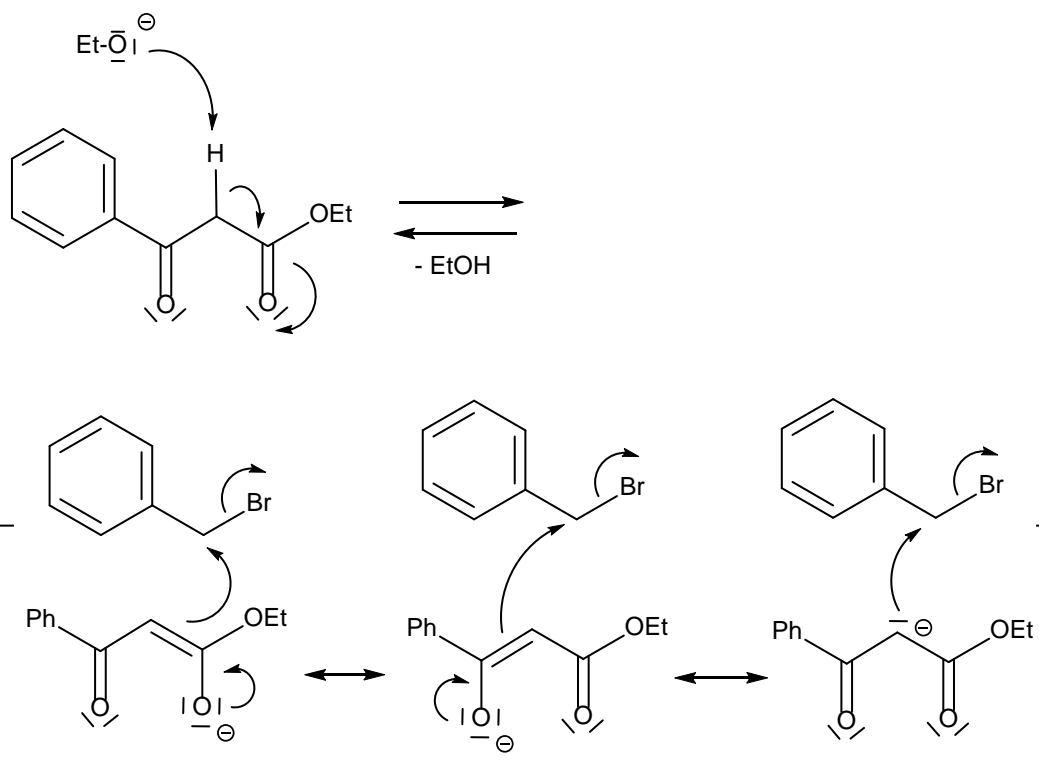
kterákoli z obou rezonančních struktur enolátu je správná,  
zkratka Ph pro fenyl použita z úsporných důvodů



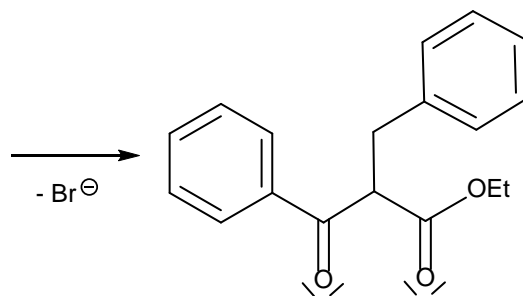
za kompletní mechanismus 1,00 bodu  
za všechny šipky 0,50 bodu  
za všechny elektronové páry 0,50 bodu

**celkem 2,00 bodu**

3)



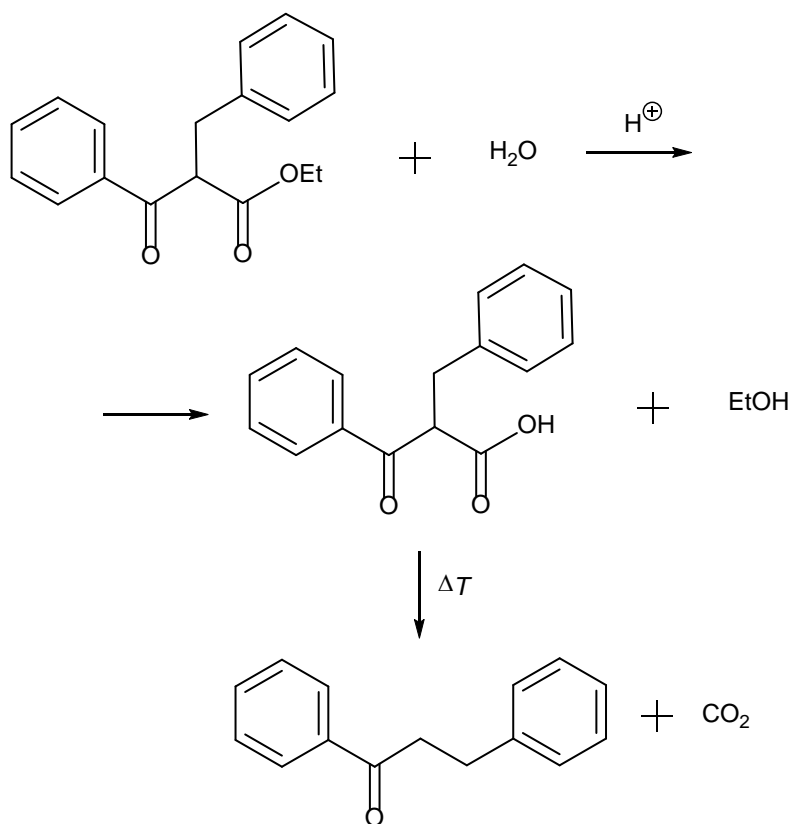
kterákoli z obou rezonančních struktur enolátu je správná,  
zkratka Ph pro fenyl použita z úsporných důvodů



za kompletní mechanismus 1,00 bodu  
za všechny šipky 0,50 bodu  
za všechny elektronové páry 0,50 bodu

**celkem 2,00 bodu**

4)



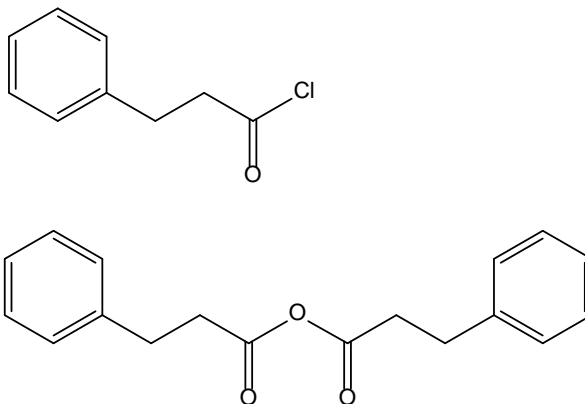
za jednotlivé reakce 2 x 0,50 bodu (místo symbolu  $\Delta T$  lze psát „var“ – jedná se o termickou dekarboxylaci)

**celkem 1,00 bodu**

## Úloha 3

2,5 bodu

- 1) Uvedený keton by bylo možné připravit z benzenu pomocí Friedelovy-Craftsovy acylace. K reakci by bylo možné použít buď chlorid, nebo anhydrid karboxylové kyseliny, konkrétně:



za každou správnou strukturu 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

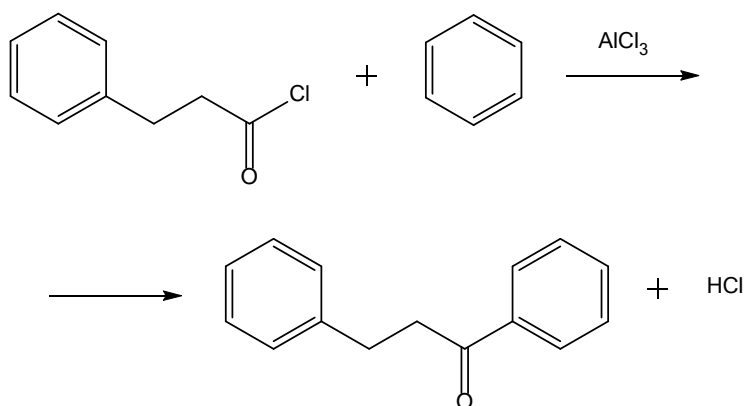
- 2) K reakci je nezbytné použití Lewisovy kyseliny, která je nutná pro generování acyliového kationtu. Příklady:  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeBr}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ....

za vysvětlení 0,25 bodu

za příklady 0,25 bodu

**celkem 0,50 bodu**

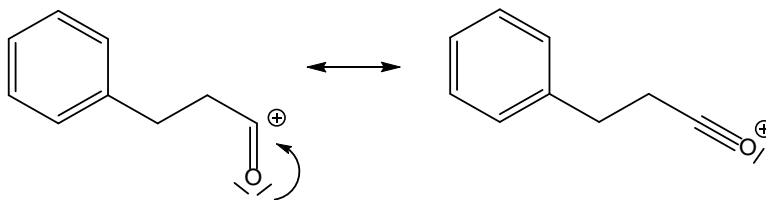
3)



nebo stejná reakce s anhydridem, kdy druhým produktem by byla karboxylová kyselina

za kompletní rovnici včetně produktů **0,50 bodu**

4) Elektrofilní aromatická substituce, atakující částicí je acyliový kation:



kterákoli z obou rezonančních struktur je správná

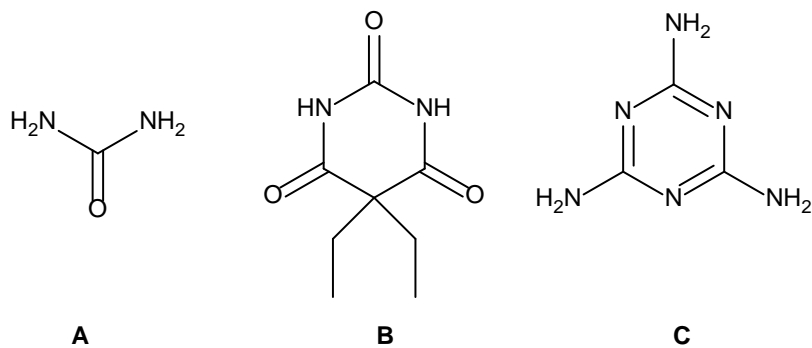
za název mechanismu 0,25 bodu  
za atakující částicí 0,25 bodu

**celkem 0,50 bodu**

Úloha 4

1 bod

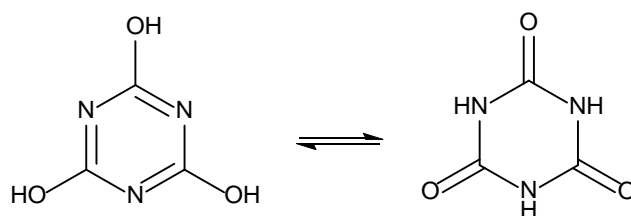
1)



za každou strukturu 0,25 bodu

**celkem 0,75 bodu**

2)



za jednu z uvedených struktur **0,25 bodu**



## FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1      Rovnováha a teplota

6 bodů

- 1) Protože se v průběhu reakce mění dvě molekuly plynu na jednu, snižuje se tím množství dostupných uspořádání systému (snižuje se „neuspořádanost“) a entropie klesá.

V průběhu reakce se tvoří kovalentní vazba ze dvou radikálů, čímž se sníží energie elektronů. Energie se tedy uvolňuje, reakce je exothermická a entalpie klesá.

za každé vysvětlení po 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

2)

$$K = \frac{p(\text{N}_2\text{O}_4)p^\circ}{p(\text{NO}_2)^2}$$

**0,50 bodu**

- 3) Vyjádříme obě množství pomocí stupně přeměny

$$\alpha = \frac{n_0(\text{NO}_2) - n(\text{NO}_2)}{n_0(\text{NO}_2)} = \frac{2n(\text{N}_2\text{O}_4)}{n_0(\text{NO}_2)}$$

a s použitím rovnice ideálního plynu

$$p_i = \frac{RT}{V} n_i$$

dosadíme do rovnice pro konstantu

$$K = \frac{\frac{RT}{V} n(\text{N}_2\text{O}_4)p^\circ}{\left(\frac{RT}{V}\right)^2 n(\text{NO}_2)^2} = \frac{Vn_0(\text{NO}_2)\alpha p^\circ / 2}{RTn_0^2(1-\alpha)^2} = \frac{Vp^\circ}{2RTn_0} \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2}$$

**1,00 bodu**

- 4) Začneme výpočtem látkového množství za obou teplot. (označme 20 °C jako 1 a 30 °C jako 2)

$$n_i = \frac{p_i V}{RT_i}$$

$$n_1 = \frac{17559 \cdot 0,02}{8,3145 \cdot 293,15} = 0,14408 \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{19580 \cdot 0,02}{8,3145 \cdot 303,15} = 0,15536 \text{ mol}$$

Z hmotnosti oxidu dusičitého můžeme vypočítat teoretické počáteční množství monomeru.

$$M(\text{NO}_2) = 46,01 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n_0 = m/M = 10,0/46,01 = 0,21734 \text{ mol}$$

Stupeň přeměny pak spočítáme látkovou bilancí.

$$n = n(\text{NO}_2) + n(\text{N}_2\text{O}_4)$$

$$n = n_0(1 - \alpha) + n_0\alpha/2$$

$$\alpha = 2(1 - n/n_0)$$

$$\alpha_1 = 2(1 - 0,14408/0,21734) = 0,67415$$

$$\alpha_2 = 2(1 - 0,15536/0,21734) = 0,57035$$

za každé látkové množství 0,25 bodu  
za postup výpočtu stupně přeměny 0,50 bodu  
za každý stupeň přeměny 0,25 bodu

**celkem 1,50 bodu**

- 5)

$$K_1 = \frac{Vp^\circ}{2RT_1 n_0(\text{NO}_2)} \frac{\alpha_1}{(1 - \alpha_1)^2} = \frac{0,02 \cdot 10^5}{2 \cdot 8,3145 \cdot 293,15 \cdot 0,21734} \frac{0,67415}{(1 - 0,67415)^2} = 11,9855$$

$$K_2 = \frac{Vp^\circ}{2RT_2 n_0(\text{NO}_2)} \frac{\alpha_2}{(1 - \alpha_2)^2} = \frac{0,02 \cdot 10^5}{2 \cdot 8,3145 \cdot 303,15 \cdot 0,21734} \frac{0,57035}{(1 - 0,57035)^2} = 5,6400$$

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\Delta G_1 = -8,3145 \cdot 293,15 \ln 11,9855 = -6053,8 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta G_2 = -8,3145 \cdot 303,15 \ln 5,6400 = -4360,2 \text{ J mol}^{-1}$$

za každou konstantu 0,25 bodu  
za každou Gibbsovu energii 0,25 bodu

**celkem 1,00 bodu**

6)

$$\Delta G_1 = \Delta H - T_1 \Delta S$$
$$\Delta S = \frac{\Delta G_2 - \Delta G_1}{T_1 - T_2} = \frac{-4360,2 + 6053,7}{293,15 - 303,15} = -169,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$
$$\Delta H = \frac{\Delta G_1 T_2 - \Delta G_2 T_1}{T_2 - T_1} = \frac{-6053,7 \cdot 303,15 + 4360,2 \cdot 293,15}{303,15 - 293,15} = -55,70 \text{ kJ mol}^{-1}$$

za entropii a enthalpii po 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

## Úloha 2 Ortho-para vodík

5,5 bodu

$$1) \quad I = \sum m_i r_i^2 = 2A_r(H)u \left( \frac{r_{\text{HH}}}{2} \right)^2 = 2 \cdot 1 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} \cdot \left( \frac{74,14 \cdot 10^{-12}}{2} \right)^2 = 4,5624 \cdot 10^{-48} \text{ kg m}^2$$

$$B = \frac{\hbar^2}{2I} = \frac{(1,0546 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 4,5624 \cdot 10^{-48}} = 1,2188 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

0,50 bodu za postup  
0,50 bodu za rotační konstantu

**celkem 1,00 bodu**

- 2) Pokud jsou oba typy vodíku v základním stavu, tak je rozdíl v jejich energiích roven rozdílu nulté a první rotační hladiny.

$$\Delta G = E_{\text{para}} - E_{\text{ortho}}$$

$$\Delta G = B[0(0+1) - 1(1+1)] = -2B = -2 \cdot 1,2188 \cdot 10^{-21} \text{ J} = -2,4377 \cdot 10^{-21} \text{ J} = -1468,0 \text{ J/mol}$$

Naším předpokladem je, že tato změna energie je rovna změně standardní Gibbsovy energie reakce.

0,50 bodu za určení hladin  
0,50 bodu za energii

**celkem 1,00 bodu**

- 3) Ortho vodík má vyšší energii v základním stavu než para vodík. Více molekul bude ve vyšší energetické hladině za vyšší teploty. Pro zvýšení zastoupení ortho je tedy potřeba zvýšit teplotu. Je to ukázkou tzv. Le Chatelierova principu, kde reakce teplo uvolňující (exothermická) je posunuta směrem k reaktantům (ortho-vodíku) zvýšením teploty.

za směr změny teploty 0,50 bodu  
za smysluplné vysvětlení 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

- 4) Číselná řada  $-J, -J+1, -J+2, \dots, J-2, J-1, J$  má vždy  $2J+1$  členů. Pro každou hodnotu  $J$  tak máme  $2J+1$  možností a podobně pro  $S$ . Celkový počet kombinací  $m_J$  a  $m_S$  tak je:

$$g(J, S) = (2J+1) \cdot (2S+1)$$

za degeneraci  $J$  a  $S$  po 0,25 bodu  
za výslednou degeneraci 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

- 5) Degenerace základních rotačních stavů obou molekul jsou:

$$g_{\text{para}}(J = 0, S = 0) = 1$$

$$g_{\text{ortho}}(J = 1, S = 1) = 9$$

Rovnovážnou konstantu tedy spočteme následovně:

$$K = \frac{g_{\text{para}}}{g_{\text{ortho}}} e^{-\Delta G/(RT)} = \frac{1}{9} e^{+1468,0/(8,3145 \cdot 50)} = 3,80$$

$$x_{\text{ortho}} = \frac{1}{3,80 + 1} = 0,209 = 20,9\%$$

*za určení degenerace po 0,25 bodu*

*za konstantu 0,50 bodu*

*za procento 0,50 bodu*

**celkem 1,50 bodu**

## Úloha 3 Chlorovodík vibrující, rotující

4,5 bodu

- 1) Délka vazby je větší pro  $n = 1$  vibrační stav, a tedy i moment setrvačnosti bude pro tento stav větší ve srovnání s  $n = 0$ . Rotační konstanta je nepřímo úměrná momentu setrvačnosti a tedy

$$B_0 > B_1$$

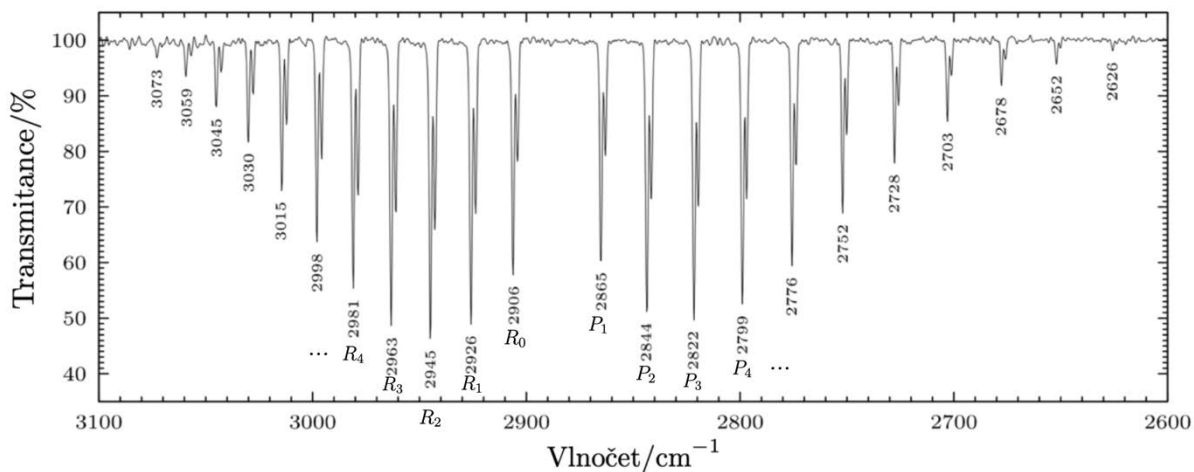
za určení větší (menší z konstant) 0,25 bodu  
za vysvětlení 0,25 bodu

**0,50 bodu**

- 2) Chybějící signál ( $\sim 2885 \text{ cm}^{-1}$ ) odpovídá teoretickému čistě vibračnímu přechodu ( $\Delta J = 0$ )

Pokud  $\Delta J = 1$  (R větev), energie přechodu je větší než čistě vibrační, to vzhledem k (ve spektroskopii bohužel běžné) klesající ose znamená, že R přechody leží nalevo od chybějícího signálu.

Pokud  $\Delta J = -1$  (P větev), energie přechodu je menší než čistě vibrační, L větev leží napravo od chybějícího signálu (menší vlnočty)



za zařazení signálů do R či P větve 0,50 bodu  
za popis za pomoci kvantového čísla nižší hladiny 0,50 bodu

**celkem 1,00 bodu**

3) Dosazením:

$$R_J - P_J = \hbar\omega + B_1(J+1)(J+2) - B_0J(J+1) - [\hbar\omega + B_1(J-1)J - B_0J(J+1)] \\ = B_1[(J+1)(J+2) - (J-1)J] = B_1(4J+2)$$

$$R_{J-1} - P_{J+1} = \hbar\omega + B_1(J)J - B_0(J-1)J - [\hbar\omega + B_1(J)J + 1 - B_0(J+1)(J+2)] \\ = B_0[(J+1)(J+2) - (J-1)J] = B_0(4J+2)$$

Jak můžeme vidět, každý z výrazů je příhodně závislý pouze na jedné z konstant  $B_0, B_1$

Za použití dat ze spektra pak můžeme odhadnout například (pracujeme rovnou v recipročných centimetrech):

$$\tilde{R}_{10} - \tilde{P}_{10} = (3073 - 2652) \text{ cm}^{-1} = 421 \text{ cm}^{-1} = 42\tilde{B}_1$$

$$\tilde{B}_1 = 10,0 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tilde{R}_9 - \tilde{P}_{11} = (3059 - 2626) \text{ cm}^{-1} = 433 \text{ cm}^{-1} = 42\tilde{B}_0$$

$$\tilde{B}_0 = 10,3 \text{ cm}^{-1}$$

za každý správně odvozený výraz 0,25 bodu  
za každé numericky správné  $B$  (uznávají se libovolné správné P-R dvojice) 0,50 bodu

**celkem 1,50 bodu**

4) Isotopy Cl mají jinou hmotnost, což povede k různé vibrační frekvenci (dominantní efekt), a také k rozdílným rotačním konstantám.

**0,75 bodu**

Zmínění pouze změny rotační konstanty 0,40 bodu

$$5) \omega = \sqrt{\frac{k}{\mu}}, \tilde{\omega}_1 \approx 2885 \text{ cm}^{-1}, \text{ a tedy } \tilde{\omega}_2 = \tilde{\omega}_1 \cdot \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = 2885 \text{ cm}^{-1} \cdot \sqrt{\frac{1 \cdot 35}{\frac{1+35}{1+37}}} = 2883 \text{ cm}^{-1}$$

$\Delta\tilde{\omega}$  je tedy asi  $2 \text{ cm}^{-1}$ , což je řádově konzistentní s rozestupem ve spektru (jednotky  $\text{cm}^{-1}$ ).

Absolutní změna v rotační konstantě bude mnohem menší, neboť sama rotační konstanta je mnohem menší v porovnání s energií vibračního přechodu.

**0,75 bodu**

## BIOCHEMIE

**12 BODŮ**

---

### Úloha 1

### Složení proteinů

**2 body**

1) sírany

*za chybné uvedení jiné složky -1,00 bodu*

**celkem 2,00 bodu**



**Úloha 2 Primární sekvence proteinu určuje jeho další strukturu**

**10 bodů**

- 1) Odpuzování negativních nábojů postranních řetězců glutamátu brání jeho sbalení do  $\alpha$ -helixu. Při pH pod 3 se glutamát protonizuje a ztrácí náboj a poly(L-glutamát) začíná tvořit  $\alpha$ -helix.

**1,50 bodu**

- 2) a)

- + - + ..... - + - +

- b)

- - + + - - + +

- c)

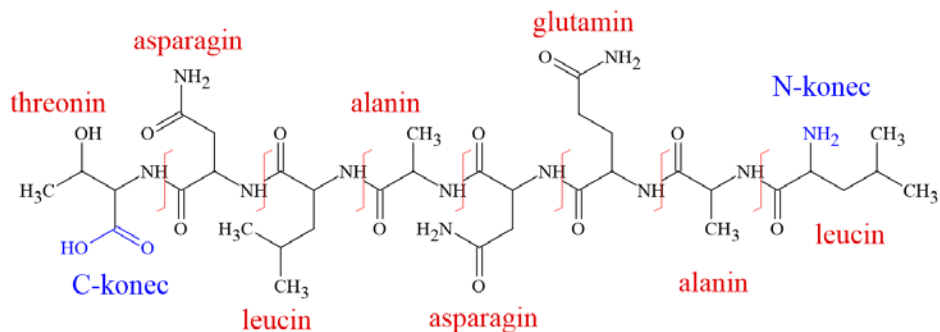
- - - + - - - -

- d)

0 + - 0 + 0 - +

**2,00 bodu**

- 3)



za každou označenou a pojmenovanou aminokyselinu či konec 0,20 bodu

**celkem 2,00 bodu**

4) Počet center: 9

**1,00 bodu**

5)

	pH 7	pH 1	pH 13
peptid <b>c)</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>-1</b>
peptid <b>d)</b>	<b>+3</b>	<b>+4</b>	<b>-1</b>

za každou správnou hodnotu 0,25 bodu

**celkem 1,50 bodu**

6)

struktura <b>a)</b> : <b><math>\beta</math>-skládaný list</b>	struktura <b>b)</b> : <b><math>\alpha</math>-helix</b>
struktura <b>c)</b> : <b><math>\alpha</math>-helix</b>	struktura <b>d)</b> : <b>ani <math>\alpha</math>-helix ani <math>\beta</math>-skládaný list, popř. neuspořádaná struktura, popř. náhodné klubko</b>

za každou správnou strukturu 0,25 bodu

**celkem 1,00 bodu**

7) **a) II**

**b) I**

**c) IV**

**d) III**

za každé správné přiřazení 0,25 bodu

**celkem 1,00 bodu**