



55. ročník

2018/2019

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A

Řešení teoretické části

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Hydroxylamin

4 body

1) NH_2OH

0,25 bodu

2) Hydroxylamin je silnější zásada než voda, ale slabší zásada než amoniak, neboť bazicita elektronového páru na atomu dusíku je snižována vlivem elektronegativního kyslíku.

0,50 bodu

3) $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{OH}^+ + \text{OH}^-$

0,25 bodu

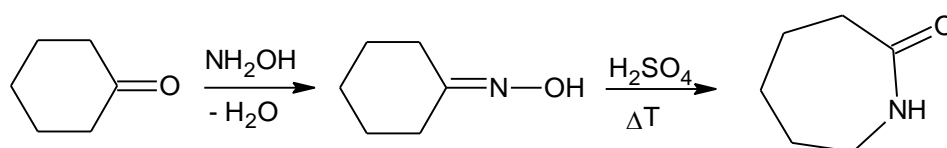
4)

Látka	$\text{p}K_{\text{B}}$
Amoniak	4,74
Hydrazin	6,05
Hydroxylamin	8,18

za každé správné přiřazení 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

5)



1,25 bodu

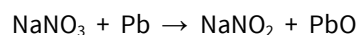
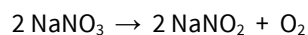
6) Polyamidy

0,25 bodu

Úloha 2 Oxokyseliny dusíku

6 bodů

- 1) Dusitan lze získat termickým rozkladem dusičnanu nebo jeho redukcí olovem:

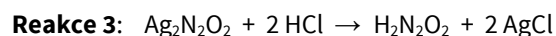
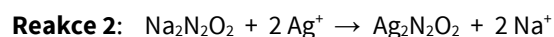
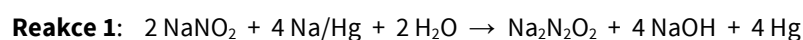


za libovolnou správnou rovnicí 0,50 bodu

- 2) **Látka A** = didusnan sodný $\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$

Látka B = didusnan stříbrný $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$

Látka C = kys. didusná $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$



za identifikaci látek A–C po 0,25 bodu

za každou rovnicí po 0,75 bodu

celkem 3,00 bodu

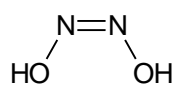
- 3) Amalgam sodíku, je to redukční činidlo.

0,50 bodu

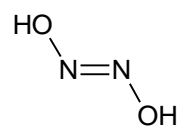
- 4) Nejběžnější rozpustná stříbrná sůl je dusičnan stříbrný.

0,25 bodu

- 5) Jedná se o *cis* a *trans* izomery:



a



za každý vzorec 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

- 6) To znamená, že sice je možné dehydratací kyseliny didusné získat oxid dusný ($\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$), ale reakcí oxidu dusného s vodou tato kyselina nevzniká. Podobný vztah je i mezi oxidem uhelnatým a kyselinou mravenčí.

za vysvětlení 0,50 bodu

za rovnicí dehydratace 0,25 bodu

celkem 0,75 bodu

Úloha 3 Symetrie**6 bodů**

- 1) a) D_{2h}
b) C_{2v}
c) C_1
d) C_{2h}

*za určení každé grupy 0,75 bodu**celkem 3,00 bodu*

- 2) Protože volný elektronový pár atomu N je v konjugaci s aromatickým systémem.

Pozn.: ve skutečnosti jsou NH_2 skupiny mírně vychýleny z roviny molekuly vlivem interakcí vodíků s C-H vodíky v o-polohách, což jsme pro účely této úlohy zanedbali.

0,50 bodu

- 3) $HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2NO_3^+ + HSO_4^-$
 $H_2NO_3^+ \rightarrow H_2O + NO_2^+$

0,50 bodu

- 4) $D_{\infty h}$

0,50 bodu

- 5) D_{2d}

0,75 bodu

- 6) D_{3h}

0,75 bodu

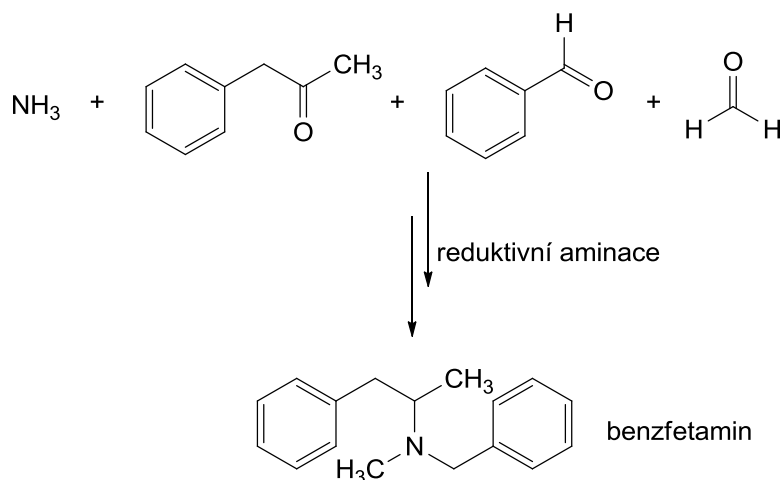
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Medicinální okénko

6,5 bodu

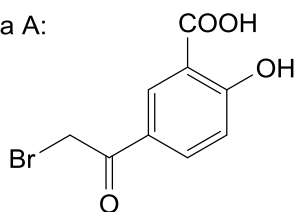
1) Výchozími karbonylovými sloučeninami jsou formaldehyd, 1-fenylpropan-2-on a benzaldehyd.



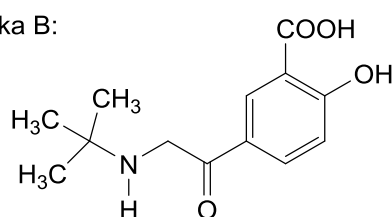
za každou karbonylovou sloučeninu (správný název nebo strukturní vzorec) 0,50 bodu
celkem tedy 1,50 bodu

2)

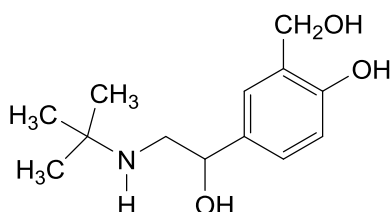
Látka A:



Látka B:



Salbutamol:



za každou správnou strukturu 1,00 bodu
celkem 3,00 bodu

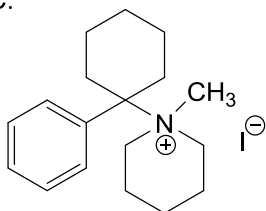
- 3) Jedná se o kyselinu acetylsalicylovou (2-acetyloxybenzoovou). Je užívána jako nesteroidní protizánětlivé léčivo, analgetikum, součást Aspirinu, Acylpyrinu.

za správný název a charakteristiku použití po 0,25 bodu

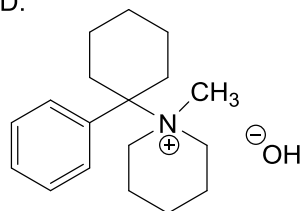
celkem tedy 0,50 bodu

4)

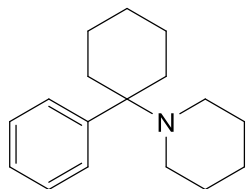
Látka C:



Látka D:



Fencyklidin:



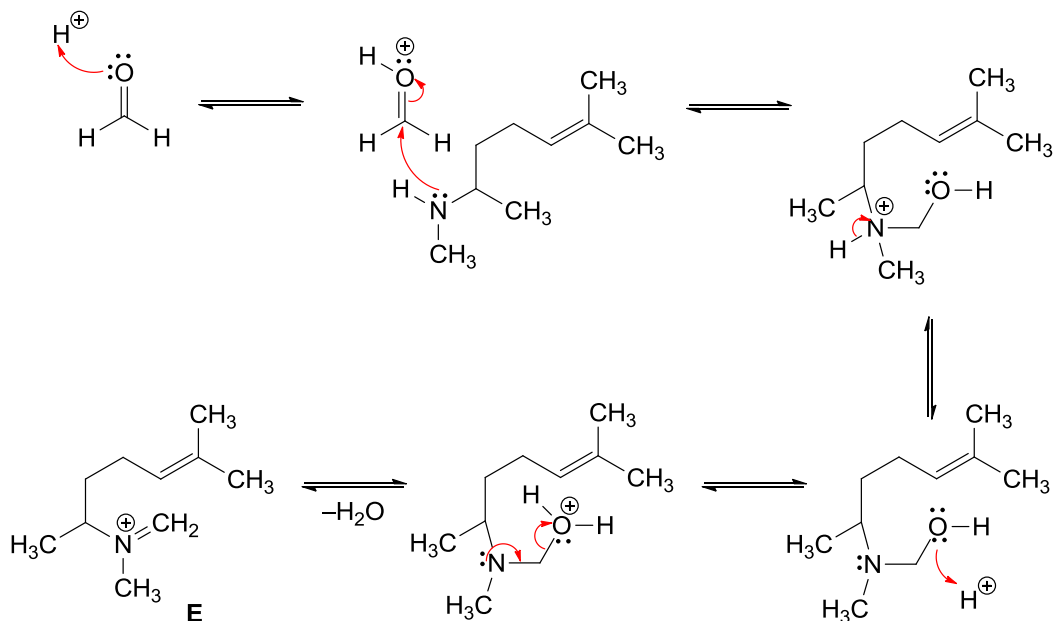
za každou správnou strukturu látek C a D po 0,25 bodu
za správnou strukturu fencyklidinu 1,00 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 2 Neobvyklé reaktivní aminace

4,5 bodu

1) Mechanismus:



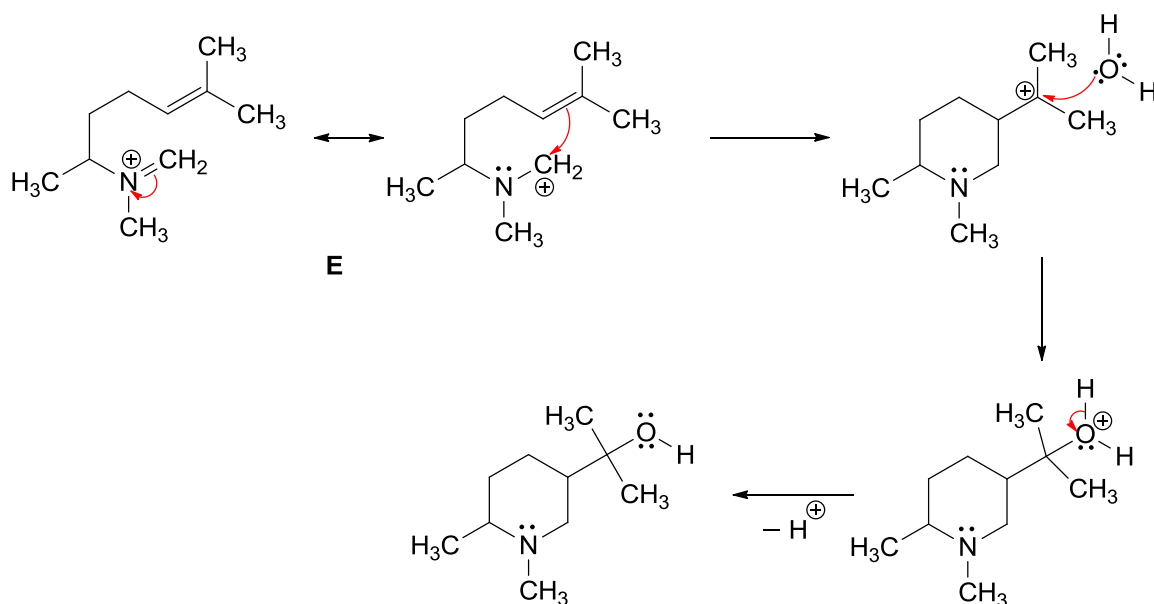
V reakčním mechanismu je celkem 7 šipek.

za každou chybějící šipku odečteme 0,20 bodu od celkové dotace 1,00 bodu

celkem tedy maximálně 1,00 bodu a minimálně 0,00 bodu

Při opravování důsledně kontrolujeme umístění a orientaci šipky – musí vycházet ze středu elektronového páru (vazebného nebo volného) a směřovat k atomu.

Mechanismus vzniku produktu z E:



V reakčním mechanismu můžeme identifikovat 2 meziprodukty a 4 šipky.

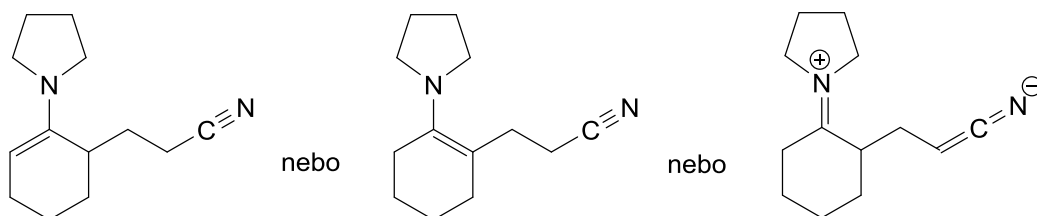
za každý intermediát 0,50 bodu

za každou chybějící šipku odečíst 0,20 bodu od 0,50 bodu

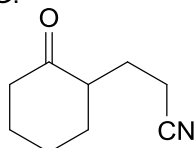
celkem 1,50 bodu

2)

Látka F:



Látka G:



za každou správnou strukturu 1,00 bodu

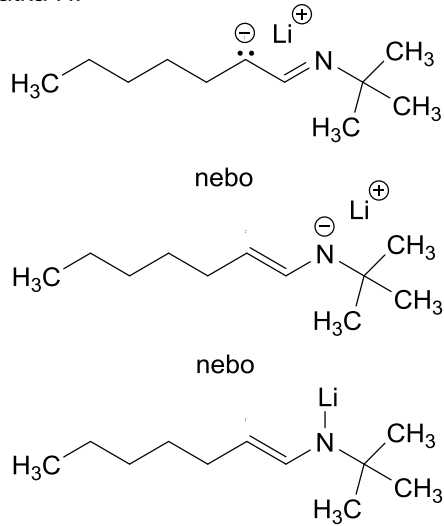
celkem 2,00 bodu

Úloha 3 Reakce karbonylových sloučenin

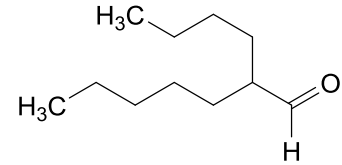
5 bodů

1)

Látka H:



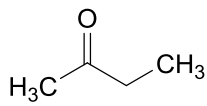
Látka I:



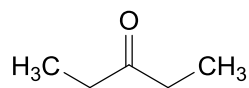
za každou správnou strukturu 1,00 bodu
celkem 2,00 bodu

2)

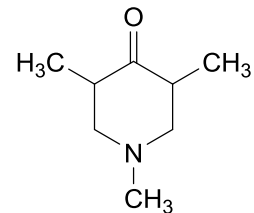
Látka J:



Látka K:



Látka L:



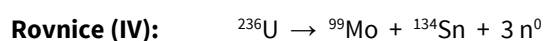
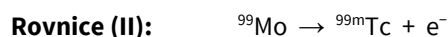
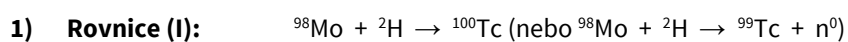
za každou správnou strukturu 1,00 bodu
celkem 3,00 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Nukleární kráva a technecium. Kdy podojit reaktor?

8 bodů



za každou správnou rovnici 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu



0,25 bodu



0,25 bodu

4) Vzhledem k tomu, že se jedná o β^- - a α -zářiče, je třeba je odstiňovat vrstvou olova. To dělá generátory tak hmotné.

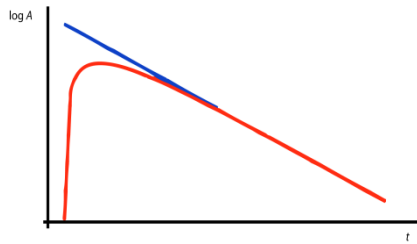
0,50 bodu

5) Technecistan je velmi dobře rozpustný ve zředěném vodném roztoku NaCl a ve formě fyziologického roztoku se dá přímo podat pacientovi.

za alespoň jedno ze zdůvodnění 0,50 bodu

6) Popis křivek: modrá = ^{99}Mo , oranžová = $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Správný graf: Graf B:



za označení správného grafu 0,25 bodu
za správný popis křivek 0,25 bodu
celkem 0,50 bodu

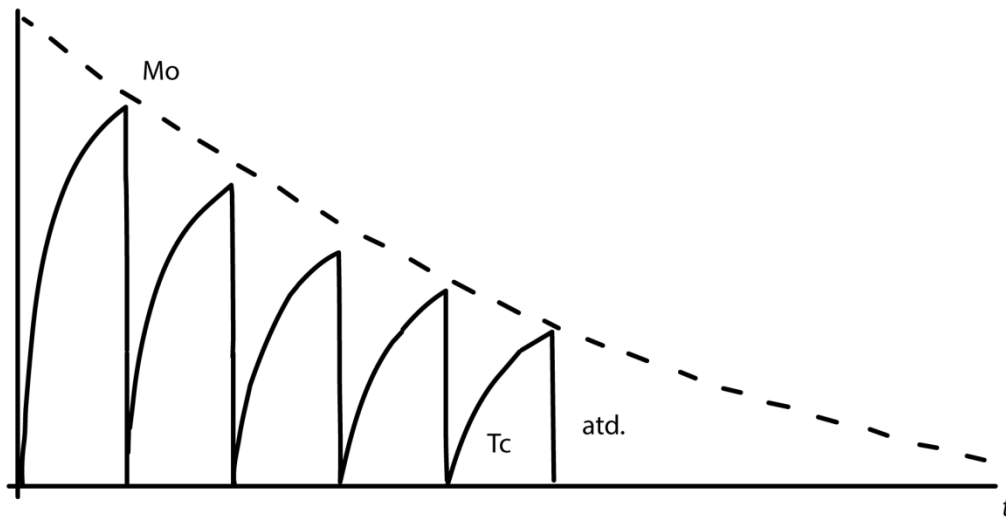
7) Kinetické rovnice:

$$\frac{dN_P}{dt} = -\lambda_P \cdot N_P$$

$$\frac{dN_D}{dt} = \lambda_P \cdot N_P - \lambda_D \cdot N_D$$

za každou kinetickou rovnici 0,25 bodu
celkem 0,50 bodu

8) Náčrtek:



za správný náčrtek včetně označení 0,50 bodu

9) Výpočet: Ideální doba pro dojení reaktoru je ve chvíli, kdy:

$$\frac{dN_D}{dt} = 0 \rightarrow \frac{dN_D}{dt} = \lambda_P \cdot N_P - \lambda_D \cdot N_D = 0 \rightarrow \lambda_P \cdot N_P = \lambda_D \cdot N_D$$

$$\lambda_P \cdot N_P(0) \cdot e^{-\lambda_P t} = \lambda_D \cdot N_P(0) \cdot \frac{\lambda_P}{\lambda_D - \lambda_P} \cdot (e^{-\lambda_P t} - e^{-\lambda_D t}) \rightarrow e^{-\lambda_P t} = \lambda_D \cdot \frac{1}{\lambda_D - \lambda_P} \cdot (e^{-\lambda_P t} - e^{-\lambda_D t})$$

$$\frac{\lambda_D}{\lambda_D - \lambda_P} = \frac{e^{-\lambda_P t}}{e^{-\lambda_P t} - e^{-\lambda_D t}} \rightarrow \frac{\lambda_D - \lambda_P}{\lambda_D} = \frac{e^{-\lambda_P t} - e^{-\lambda_D t}}{e^{-\lambda_P t}} \rightarrow 1 - \frac{\lambda_P}{\lambda_D} = 1 - \frac{e^{-\lambda_D t}}{e^{-\lambda_P t}} \rightarrow \frac{\lambda_P}{\lambda_D} = \frac{e^{-\lambda_D t}}{e^{-\lambda_P t}}$$

$$\frac{\lambda_P}{\lambda_D} = e^{-t \cdot (\lambda_D - \lambda_P)} \rightarrow \ln \frac{\lambda_P}{\lambda_D} = -t \cdot (\lambda_D - \lambda_P) \rightarrow t_{\max} = \frac{\ln \frac{\lambda_P}{\lambda_D}}{\lambda_P - \lambda_D}$$

Vzhledem k tomu, že

$$\lambda_P = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{\ln 2}{66 \text{ h}} = 1,05 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$$

$$\lambda_D = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{\ln 2}{6,01 \text{ h}} = 0,115 \text{ h}^{-1}$$

$$t_{\max} = \frac{\ln \frac{\lambda_P}{\lambda_D}}{\lambda_P - \lambda_D} = \frac{\ln \frac{1,05 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}}{0,115 \text{ h}^{-1}}}{1,05 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1} - 0,115 \text{ h}^{-1}} = 22,9 \text{ h}$$

$t_{\max} = 22,9 \text{ hod.}$

za podmínku maxima 0,50 bodu
za správný postup výpočtu ideálního času 1,50 bodu
za rozpadové konstanty $2 \times 0,25$ bodu, maximálně 0,50 bodu
za numericky správný výsledek 0,50 bodu
celkem 3,00 bodu

10) Výpočet: Pokud jsou při eluci nuklidu v rovnováze, platí jednoduchý rozpadový zákon:

$$A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \frac{A(t)}{A(0)}}{-\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}} = \frac{\ln \frac{1 \text{ GBq}}{9 \text{ GBq}}}{-\frac{\ln 2}{66 \text{ h}}} = 209 \text{ h} = 8,7 \text{ d}$$

Životnost moly-cow: 8 dní.

za správný postup výpočtu času 0,50 bodu
za správný výsledek včetně zaokrouhlení na celé dny směrem dolů 0,50 bodu
celkem 1,00 bodu

Úloha 2 Geochronologie

6 bodů

1) Počty rozpadů:

a) **Počet α -rozpadů:** 7

Počet β -rozpadů: 4

b) **Počet α -rozpadů:** 8

Počet β -rozpadů: 6

za každý správný údaj 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

2) **Výpočet:** Nejprve odvodíme vztah mezi množstvím atomů mateřského a dceřiného nuklidu obecně:

$$N_P(t) = N_P(0) \cdot e^{-\lambda_P t} = N_P(0) - N_D(t) \rightarrow N_D(t) = N_P(0) \cdot (1 - e^{-\lambda_P t}) \rightarrow N_D(t) = N_P(t) \cdot (e^{\lambda_P t} - 1)$$

Pro nuklidy uranu a olova tak platí:

$$N_{207\text{Pb}} = N_{235\text{U}} \cdot (e^{\lambda_{235\text{U}} t} - 1)$$

$$N_{206\text{Pb}} = N_{238\text{U}} \cdot (e^{\lambda_{238\text{U}} t} - 1)$$

Podělením těchto rovnic obdržíme:

$$\frac{N_{207\text{Pb}}}{N_{206\text{Pb}}} = \frac{N_{235\text{U}}}{N_{238\text{U}}} \cdot \frac{(e^{\lambda_{235\text{U}} t} - 1)}{(e^{\lambda_{238\text{U}} t} - 1)} \rightarrow \frac{N_{207\text{Pb}}}{N_{206\text{Pb}}} \cdot \frac{N_{238\text{U}}}{N_{235\text{U}}} = \frac{(e^{\lambda_{235\text{U}} t} - 1)}{(e^{\lambda_{238\text{U}} t} - 1)}$$

To je rovnice, která bude vyžadovat „násilné“ numerické řešení. Upravíme ji proto do následujícího tvaru a zavedeme substituci:

$$\frac{N_{207\text{Pb}}}{N_{206\text{Pb}}} \cdot \frac{N_{238\text{U}}}{N_{235\text{U}}} - \frac{(e^{\lambda_{235\text{U}} t} - 1)}{(e^{\lambda_{238\text{U}} t} - 1)} = 0 \rightarrow \text{FUJ} - \frac{(e^{\lambda_{235\text{U}} t} - 1)}{(e^{\lambda_{238\text{U}} t} - 1)} = 0$$

FUJ = $\frac{388}{1087} \cdot \frac{99,28}{0,72} = 49,22$

Rozpadové konstanty jsou:

$$\lambda_{238\text{U}} = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{\ln 2}{4,47 \cdot 10^9 \text{ y}} = 0,155 (10^9 \text{ y})^{-1}$$

$$\lambda_{235\text{U}} = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{\ln 2}{0,710 \cdot 10^9 \text{ y}} = 0,976 (10^9 \text{ y})^{-1}$$

Řešíme tedy rovnici, do které budeme dosazovat čas t v miliardách let. Vzhledem ke stáří Země cca 4,5 mld. let a očekávanému stáří minerálů více jak 3 mld. let to nebude složitý postup.

$$49,22 - \frac{(e^{0,976t} - 1)}{(e^{0,155t} - 1)} = 0$$

$$t = 3,2 \cdot 10^9 \text{ y}$$

Stáří minerálu: 3,2 mld. let.

za nalezení vztahu mezi izotopovými poměry a časem 1,50 bodu
za numerické řešení rovnice 1,50 bodu
celkem 3,00 bodu

3) Výpočet: Předpokládáme, že v době vzniku Země ($t = 0$) je:

$$\frac{N_{235\text{U}}(0)}{N_{238\text{U}}(0)} = 1$$

V čase t (nyní) je:

$$\frac{N_{235\text{U}}(t)}{N_{238\text{U}}(t)} = \frac{N_{235\text{U}}(0)}{N_{238\text{U}}(0)} \cdot \frac{e^{-\lambda_{235\text{U}}t}}{e^{-\lambda_{238\text{U}}t}} \rightarrow \frac{N_{235\text{U}}(t)}{N_{238\text{U}}(t)} = \underbrace{\frac{N_{235\text{U}}(0)}{N_{238\text{U}}(0)}}_{=1} \cdot e^{-t(\lambda_{235\text{U}} - \lambda_{238\text{U}})} \rightarrow t = -\frac{\ln \frac{N_{235\text{U}}(t)}{N_{238\text{U}}(t)}}{\lambda_{235\text{U}} - \lambda_{238\text{U}}}$$

$$t = -\frac{\ln \frac{0,72\%}{99,28\%}}{0,976 \cdot 10^{-9} \text{ y}^{-1} - 0,115 \cdot 10^{-9} \text{ y}^{-1}} = 5,72 \cdot 10^9 \text{ y}$$

Stáří Země: 5,72 mld. let.

za úvahu o poměrech nuklidů uranu při vzniku Země a nyní 1,00 bodu
za vyjádření času 0,50 bodu
za numericky správný výsledek 0,50 bodu
celkem 2,00 bodu

Úloha 3 Zvídavé otázky pro malé jaderné chemiky**2 body**

- 1) **Úvahy:** Je třeba vymyslet takový nuklid, který má stejný počet neutronů, jako má izotop (stejně protonové číslo) jeho izobaru (stejně nukleonové číslo). Této úvaze vyhovuje např. nuklid ${}^3\text{H}$, který má izobar ${}^3\text{He}$, jehož izotop ${}^4\text{He}$ má stejný počet neutronů jako ${}^3\text{H}$.

Příklad nuklidu: ${}^3\text{H}$.

*za správnou úvahu 0,25 bodu
za uvedení příkladu nuklidu 0,50 bodu*

celkem 0,75 bodu

- 2) **Změna rychlosti rozpadu:** Nezmění se.

Zdůvodnění: Vzhledem k tomu, že rozpad atomu je pravděpodobnostní jev, nemá teplota na rychlost tohoto procesu vliv (na rozdíl od chemických reakcí, kde je frekvenční faktor přímo závislý na teplotě).

*za změnu rychlosti rozpadu 0,50 bodu
za zdůvodnění na bázi pravděpodobnosti 0,75 bodu*

celkem 1,25 bodu

BIOCHEMIE

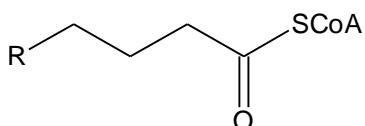
12 BODŮ

Úloha 1 POVÁNOČNÍ VÝPRODEJ!!! Likvidujeme tukové zásoby!

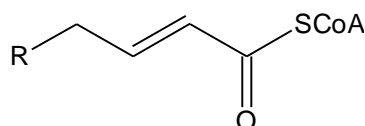
7 bodů

1)

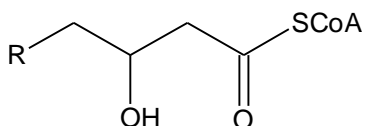
Látka A:



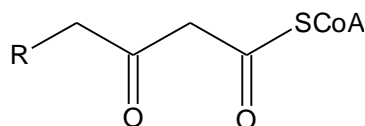
Látka B:



Látka C:



Látka D:



Název látky E: Acetylkoenzym A nebo Acetyl-CoA.

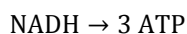
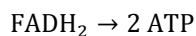
za strukturu látek A – D po 0,50 bodu

za název látky E 0,25 bodu

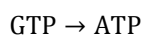
celkem 2,25 bodu

2) **Výpočet:** Obecný maximální výtěžek molekul ATP:Z jedné molekuly acetyl-CoA získáme 3 molekuly NADH, 1 molekulu FADH₂ a jednu molekulu GTP:

Z každé molekuly NADH získáme 3 molekuly ATP:

Z každé molekuly FADH₂ získáme 2 molekuly ATP:

Z každé molekuly GTP získáme 1 molekulu ATP:



Výpočet rozdělíme na zisk ATP z odbourávání acetyl-CoA a na zisk z redukovaných koenzymů pocházejících přímo z β-oxidace. Pro odbourávání acetyl-CoA platí:

Počet uhlíku v mastné kyselině: N

Z každých dvou uhlíků jedné mastné kyseliny získáme jednu molekulu acetyl-CoA, kterou převedeme na získ redukovaných koenzymů a GTP a nakonec na ATP:

$$N \rightarrow \frac{N}{2} \text{AcSCoA} \rightarrow \frac{N}{2} (3 \text{ NADH} + \text{FADH}_2 + \text{GTP}) \rightarrow \frac{N}{2} (3 \cdot 3 \text{ ATP} + 2 \text{ ATP} + \text{ATP}) = \frac{12N}{2} \text{ ATP}$$

Pro získ z redukovaných koenzymů pocházejících přímo z β -oxidace platí:

Počet uhlíku v mastné kyselině: N

Počet otáček β -oxidace je o 1 menší než počet vzniklých acetyl-CoA (analogicky jako počet řezů pilou nutných k rozřezání klády na určitý počet dílů), během každé otáčky vznikne 1 molekula NADH a jedna molekula FADH₂; ty dále převedeme na ATP jako v případě odbourávání acetyl-CoA:

$$N \rightarrow \left(\frac{N}{2} - 1\right) (\text{NADH} + \text{FADH}_2) \rightarrow \left(\frac{N-2}{2}\right) (3 \text{ ATP} + 2 \text{ ATP}) = \left(\frac{N-2}{2}\right) \cdot 5 \text{ ATP} = \frac{5N-10}{2} \text{ ATP}$$

Celkem tedy za odbourávání acetyl-CoA a z redukovaných koenzymů z β -oxidace máme získ:

$$\frac{12N}{2} \text{ ATP} + \frac{5N-10}{2} \text{ ATP} = \frac{17N-10}{2} \text{ ATP}$$

Od tohoto zisku ještě musíme odečíst aktivaci mastné kyseliny před samotným započítáním β -oxidace, kdy dochází ke štěpení ATP na AMP a difosfát, což je ekvivalentní spotřebě dvou molekul ATP. Celkem tedy máme výtěžek X :

$$X = \frac{17N-10}{2} \text{ ATP} - 2 \text{ ATP} = \frac{17N-10}{2} \text{ ATP} - \frac{4}{2} \text{ ATP} = \frac{17N-14}{2} \text{ ATP}$$

Kyselina stearová má 18 uhlíků, po dosažení za N získáme výtěžek:

$$X = \frac{17 \cdot 18 - 14}{2} \text{ ATP} = 146 \text{ ATP}$$

Místo obecného odvození pro kyselinu o N uhlících můžeme počítat rovnou od začátku přímo pro kyselinu stearovou. Mastná kyselina obsahuje 18 atomů uhlíku, proto bude pro štěpení na dvouuhlíkaté štěpy (acetyl-CoA) potřeba nechat ji protočit přes spirálu β -oxidace osmkrát (ne devětkrát!) (0,25 bodu). Získáme tak 8 NADH, 8 FADH₂ a 9 acetyl-CoA (0,25 bodu). Z každé molekuly acetyl-CoA podle zadání vzniknou v citrátovém cyklu 3 NADH, 1 FADH₂ a 1 GTP. Z 9 molekul acetyl-CoA nám tedy vznikne 27 NADH, 9 FADH₂ a 9 GTP (0,25 bodu). Se započtením redukovaných koenzymů vzniklých z β -oxidace máme celkem 35 NADH, 17 FADH₂ a 9 GTP. Z jedné molekuly NADH vzniknou v průběhu oxidativní fosforylace 3 ATP a z 1 molekuly FADH₂ vzniknou 2 ATP. Ze 35 NADH tedy máme 105 ATP a ze 17 FADH₂ získáme 34 ATP (0,5 bodu). K tomu se 9 GTP přemění na 9 ATP. Celkem tak bylo vyrobeno 148 ATP (0,5 bodu). Od tohoto čísla ještě musíme odečíst spotřebu dvou ekvivalentů ATP na aktivaci mastné kyseliny (vznik molekuly A) před započtením β -oxidace. Čistý získ je tedy 146 ATP.

Počet získaných molekul ATP: 146

*Za postup výpočtu jsou body uvedeny v textu pro výpočet přímo pro kyselinu stearovou.
Při obecném odvození jsou body uděleny za analogické myšlenkové kroky.*

*za postup výpočtu 1,75 bodu
za počet získaných molekul ATP 0,25 bodu
celkem 2,00 bodu*

3) Výpočty:

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}) = 284 \text{ g mol}^{-1}$$

$$X_{\text{glukosa}} = 36 \text{ ATP}$$

$$X_{\text{kys.stearová}} = 150 \text{ ATP}$$

Pozn. 146 ATP při použití hodnoty z předchozího úkolu. *Lze uznat jakýkoli výpočet, který bude pramenit z výsledku předchozího úkolu.*

$$N_{\text{glukosa}} = 6$$

$$N_{\text{kys.stearová}} = 18$$

Pro výtěžek ATP přepočítaný na atomy uhlíku celkový výtěžek molekul ATP z kyseliny stearové /glukosy vydělíme počtem atomů uhlíku kyseliny stearové/glukosy:

$$Y = \frac{X}{N}$$

$$Y_{\text{glukosa}} = \frac{36 \text{ ATP}}{6} = 6,0 \text{ ATP}$$

$$Y_{\text{kys.stearová}} = \frac{150 \text{ ATP}}{18} = 8,3 \text{ ATP}$$

Pozn. 8,1 ATP při použití hodnoty výtěžku 146 ATP.

Pro výtěžek ATP na jeden gram substrátu si nejprve uvědomíme, že počet molekul ATP vzniklých z jedné molekuly substrátu je číselně roven počtu molů ATP vzniklých z jednoho molu substrátu. Tuto myšlenkově převedenou hodnotu výtěžku vydělíme molární hmotností kyseliny stearové/glukosy.

$$Z = \frac{X'}{M}$$

$$Z_{\text{glukosa}} = \frac{36}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,20 \text{ mol g}^{-1}$$

$$Z_{\text{kys.stearová}} = \frac{150}{284 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,53 \text{ mol g}^{-1}$$

Pozn. 0,51 mol g⁻¹ při použití výtěžku 146.

Výsledky:

	Výtěžek molekul ATP na jeden atom uhlíku substrátu (ATP)	Výtěžek molů ATP na jeden gram substrátu (mol/g)
Kyselina stearová	8,3 (8,1 pro výtěžek 146 ATP)	0,53 (0,51 pro výtěžek 146)
Glukosa	6,0	0,20

za výpočet molární hmotnosti glukosy a kyseliny stearové po 0,10 bodu
za postup výpočtu 0,15 bodu za výtěžek na atom uhlíku, 0,20 bodu za výtěžek na gram substrátu
za každou hodnotu výsledku v tabulce s přesností na dvě platné cifry 0,30 bodu
celkem 1,75 bodu

- 4) Při syntéze se spotřebuje více ekvivalentů ATP.

0,50 bodu

- 5) Velké množství metabolické vody vzniká až v dýchacím řetězci, kde jsou vodíky z redukovaných koenzymů NADH a FADH₂ předávány na kyslík, spotřeba jedné molekuly vody během každé otáčky β-oxidace se bohatě vrátí nazpět.

0,50 bodu

Úloha 2 Bioelektrárny**5 bodů**

- 1) Výpočet:

$$t = 36,85 \text{ °C} \Rightarrow T = 310 \text{ K}$$

$$\Delta\text{pH} = 0,700$$

$$\Delta\Phi = -150 \text{ mV}$$

$$z = 1$$

$$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Při dosazení si musíme dát pozor na znaménka jednotlivých členů. Hodnota ΔpH je kladná, jelikož protony putují z prostředí o nižším pH (počáteční stav) do prostředí s vyšším pH (koncový stav). Hodnota membránového potenciálu $\Delta\Phi$ je záporná, protože analogicky jako u pH, protony putují z prostředí s vyšším potenciálem do prostředí s nižším potenciálem.

$$\begin{aligned} \Delta G &= \tilde{\mu}_2 - \tilde{\mu}_1 = \mu^0 + RT \ln c_{\text{uvnitř}} + zF\Phi_2 - \mu^0 - RT \ln c_{\text{vně}} - zF\Phi_1 = RT \ln \frac{c_{\text{uvnitř}}}{c_{\text{vně}}} + zF\Delta\Phi = \\ &= RT \cdot \ln 10 \cdot \log \frac{c_{\text{uvnitř}}}{c_{\text{vně}}} + zF\Delta\Phi = -RT\Delta\text{pH} \ln 10 + zF\Delta\Phi \end{aligned}$$

$$\Delta G = -8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 310 \text{ K} \cdot 0,700 \cdot \ln 10 - 1 \cdot 96485 \text{ C mol}^{-1} \cdot 0,150 \text{ V}$$

$$\Delta G = -18,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Volná energie ΔG : $-18,6 \text{ kJ mol}^{-1}$

za postup výpočtu 2,00 bodu
za použití správného znaménka u ΔpH a $\Delta \Phi$ po 0,50 bodu
za volnou energii ΔG na tři platné cifry včetně jednotek 0,50 bodu
celkem 3,50 bodu

2) Výpočet:

$$\Delta G_{ATP} = 50 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{proton} = 5,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Pozn. $18,6 \text{ kJ mol}^{-1}$ při použití hodnoty z předchozího úkolu. Lze uznat jakýkoli výpočet, který bude pramenit z výsledku předchozího úkolu.

Počet potřebných protonů vypočítáme snadno vydělením celkové potřebné volné energie energií, kterou dodá jeden proton.

$$n(\text{H}^+) = \frac{\Delta G_{ATP}}{\Delta G_{proton}} = \frac{50 \text{ kJ mol}^{-1}}{5,5 \text{ kJ mol}^{-1}} = 9,1 \doteq 10$$

Pozn. 3 při použití hodnoty $18,6 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Počet protonů: 10 (3).

za postup výpočtu 0,40 bodu
za počet protonů 0,10 bodu
Při nezaokrouhlení na celé jednotky nahoru strhnout 0,05 bodu.
celkem 0,50 bodu

3) Syntézu ATP lze navodit například umělým okyselením cytosolu.

0,50 bodu

4) Jelikož dojde k posunu rovnováhy, ATP-synthasa bude hydrolyzovat ATP na ADP a fosfát, a zároveň s tím bude vyčerpávat protony z matrix mitochondrie do buněčného cytosolu.

0,50 bodu