



55. ročník

2018/2019

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Řešení

Úloha 1 Amoniak

4,5 bodu

- 1)
- Státy:**
- Čína, USA, Indie, Rusko.

Za alespoň dva státy 0,25 bodu.

- 2)
- Prvky:**
- Dusík, fosfor, draslík, dále vápník, hořčík a síra.

Za alespoň tři zmíněné prvky 0,25 bodu.

- 3)
- Sloučeniny dusíku pro výrobu hnojiv:**

Amoniak, močovina, hydrogenfosforečnan amonný, síran amonný, dusičnan amonný.

Za alespoň tři sloučeniny 0,25 bodu.

- 4)
- Polymerní látky:**
- Nylon, Rayon, polyamidy, polyuretany, močovinoformaldehydové pryskyřice.

Výbušniny: NH_4NO_3 .*Za uvedení dvou polymerních látek 0,25 bodu, za výbušninu 0,25 bodu, celkem 0,5 bodu.*

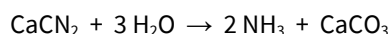
- 5)
- Rok:**
- Uvedení do průmyslového procesu – 1913.

0,25 bodu.

- 6)
- Rovnice:**
- $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

Podmínky: Reakce je realizována při teplotě 723 K a tlaku 20 MPa. Heterogenní katalyzátor je tvořen Fe_3O_4 smíchaným s K_2O , SiO_2 a Al_2O_3 . Fe_3O_4 se nejprve redukuje na katalyticky aktivní $\alpha\text{-Fe}$. Vznikající amoniak se zkapalňuje nebo rozpouští ve vodě na nasycený roztok.*Za správně vyrovnanou rovnici 0,25 bodu.**Za podmínky reakce včetně výchozího složení katalyzátoru 0,25 bodu.**Celkem 0,5 bodu.*

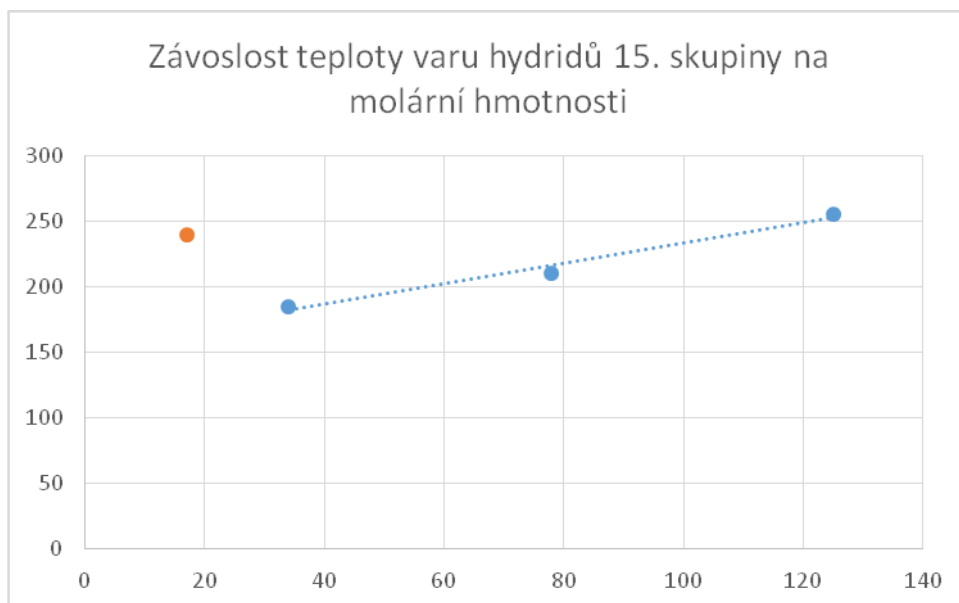
- 7) Amoniak se vyráběl hydrolyzou kyanamidu vápenatého.

*Za komentář nebo správnou rovnici 0,5 bodu.*

- 8)
- Teploty varu:**

	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3
T_v/K	240	185,5	210,5	256
$M/\text{g mol}^{-1}$	17,03	34,00	77,95	124,78

Graf:



Vysvětlení: Z grafu je patrné, že teplota varu hydridů se s molární hmotností klesá (lze pozorovat lineární závislost). Z uvedeného trendu vyčnívá amoniak. Jeho teplota varu by se teoreticky mohla pohybovat kolem 170 K. Skutečnost, že teplota varu amoniaku je 240 K, je dána přítomností vodíkových můstků mezi molekulami.

Za vyhledání teplot varu 0,25 bodu.

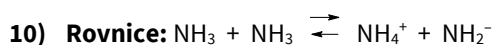
Za sestrojení grafu 0,5 bodu.

Za smysluplný komentář 0,25 bodu.

Celkem 1 bod.

- 9) **Odpořed:** Rozpustnost amoniaku ve vodě je dána nejen podobností chemické vazby (polární, polární), ale i skutečností, že mezi molekulami amoniaku a molekulami vody dochází ke vzniku vodíkových můstků

Za uvedení vodíkových můstků 0,25 bodu.



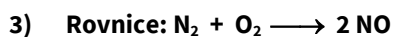
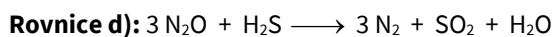
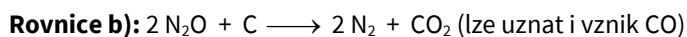
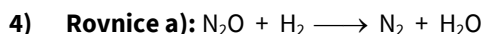
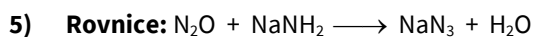
0,25 bodu.

- 11) **Rozpětí pH:** Autoprotolytická konstanta kapalného amoniaku při teplotě $-50\text{ }^\circ\text{C}$ nabývá hodnoty 10^{-33} . Stupnice pH by tedy nabývala hodnot 0–33.

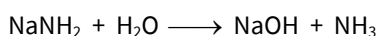
Za správné určení rozmezí pH 0,25 bodu.

- 12) **Systematický název:** Azan.

0,25 bodu.

Úloha 2 Rajský plyn**5,5 bodu***Za správný název 0,5 bodu.**Za jeden z uvedených strukturních vzorců 0,5 bodu.**Celkem 1 bod.**Za každou rovnici 0,5 bodu.**Celkem 1 bod.**0,5 bodu.**Za každou rovnici 0,5 bodu.**Celkem 2 body.*

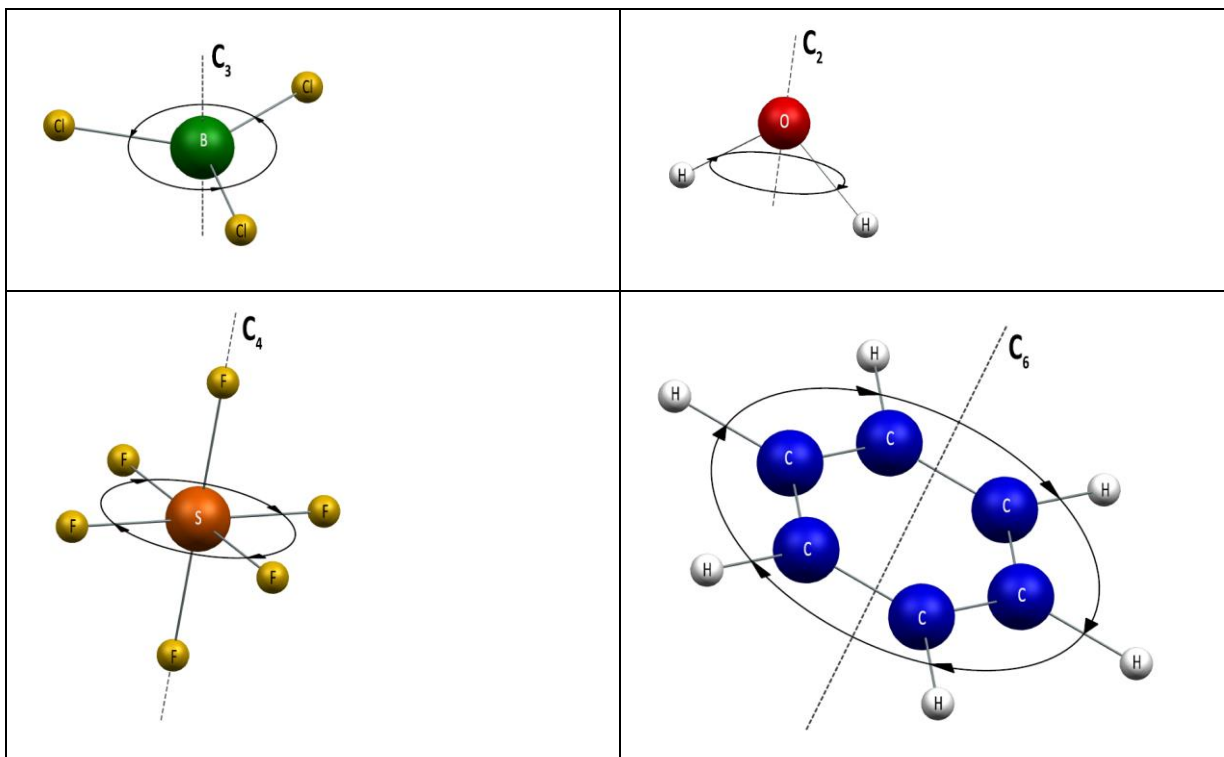
Chybějící text včetně rovnice: ... vznikající voda je odstraňována z reakční směsi reakcí s přítomným amidem, což posouvá rovnováhu reakce ve prospěch azidu.

*Za rovnicí vzniku azidu sodného 0,5 bodu.**Za správné vysvětlení (text s rovnicí) 0,5 bodu.**Celkem 1 bod.*

Úloha 3 Symetrie molekul

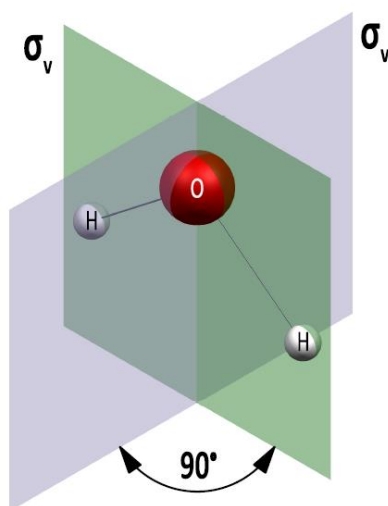
6 bodů

1)



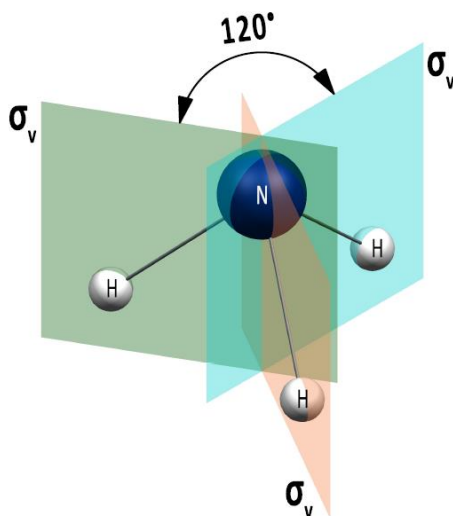
Za každý obrázek se správně označenou hlavní rotační osou 0,25 bodu.
Celkem 1 bod.

2) Molekula vody má jednu rovinu symetrie totožnou s rovinou molekuly. Druhá rovina symetrie je kolmá na první rovinu, prochází atomem kyslíku a právě půl úhel H-O-H. Obě roviny označíme σ_v .



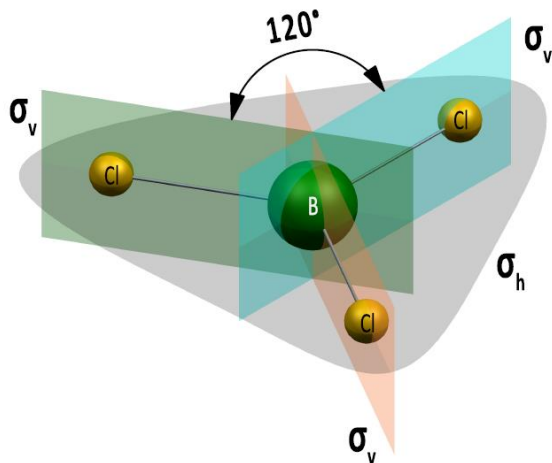
Za obrázek nebo vysvětlení polohy každé roviny včetně označení po 0,25 bodu.
Za molekulu vody celkem 0,5 bodu.

Molekula amoniaku má tři roviny označené σ_v . Každá z rovin obsahuje jednu vazbu N-H a právě půlí zbývající úhel H-N-H.



Za obrázek nebo vysvětlení polohy každé roviny včetně označení po 0,25 bodu.
Za molekulu amoniaku celkem 0,75 bodu.

Molekula chloridu boritého je planární, jedna rovina symetrie je totožná s rovinou molekuly (označení σ_h). Další tři roviny jsou kolmé na rovinu σ_h , každá z nich obsahuje jednu vazbu B-Cl a právě půlí zbývající úhel Cl-B-Cl, všechny jsou označeny σ_v .



Za obrázek nebo vysvětlení polohy σ_h včetně označení 0,25 bodu.
Za zbývající tři roviny včetně označení celkem 0,5 bodu.
Za molekulu BCl_3 celkem 0,75 bodu.

Za otázku 2 celkem 0,5 + 0,75 + 0,75 = 2 body

3)

Molekula	Bodová grupa	Molekula	Bodová grupa
N ₂	D _{∞h}	Ethen	D _{2h}
BCl ₃	D _{3h}	Chlorbenzen	C _{2v}
Benzen	D _{6h}	XeF ₄	D _{4h}
SF ₆	O _h	NH ₃	C _{3v}
H ₂ O	C _{2v}	NH ₂ Cl	C _s

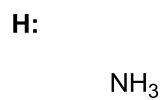
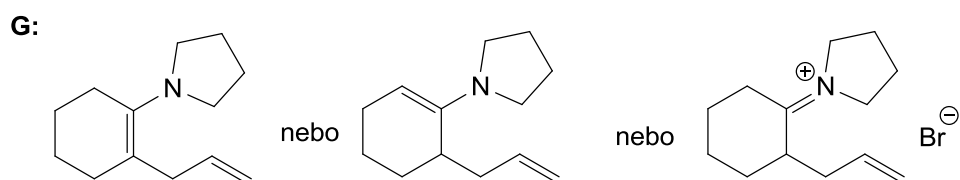
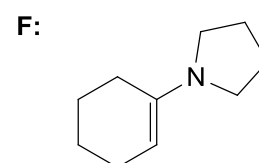
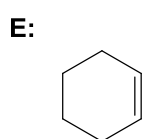
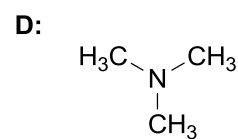
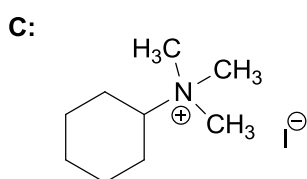
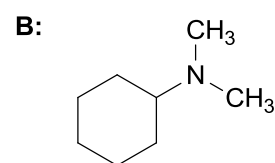
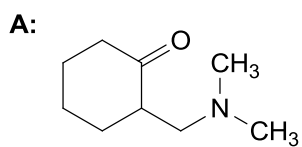
Za určení bodové grupy každé molekuly 0,3 bodu.

Celkem 3 body.

Úloha 1

Dusík, kam se podíváš

4 body

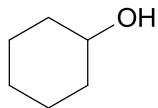


Za každý správný vzorec 0,5 bodu.
Celkem 4 body.

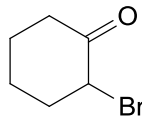
Úloha 2 Enoly a enoláty

3 body

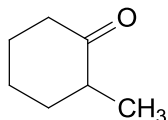
I:



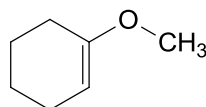
J:



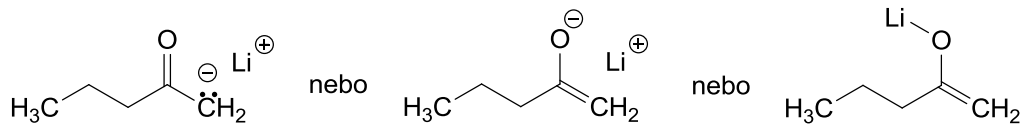
K:



L:



M:



N:

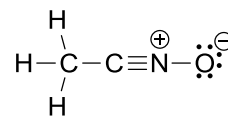
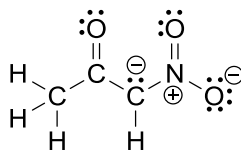
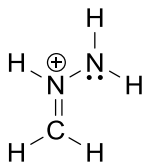


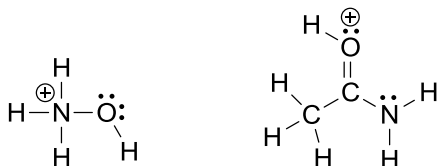
Za každý správný vzorec 0,5 bodu.
Celkem 3 body.

Úloha 3 Píšeme mechanismy organických reakcí

9 bodů

a) Doplnění elektronových párů a nábojů:



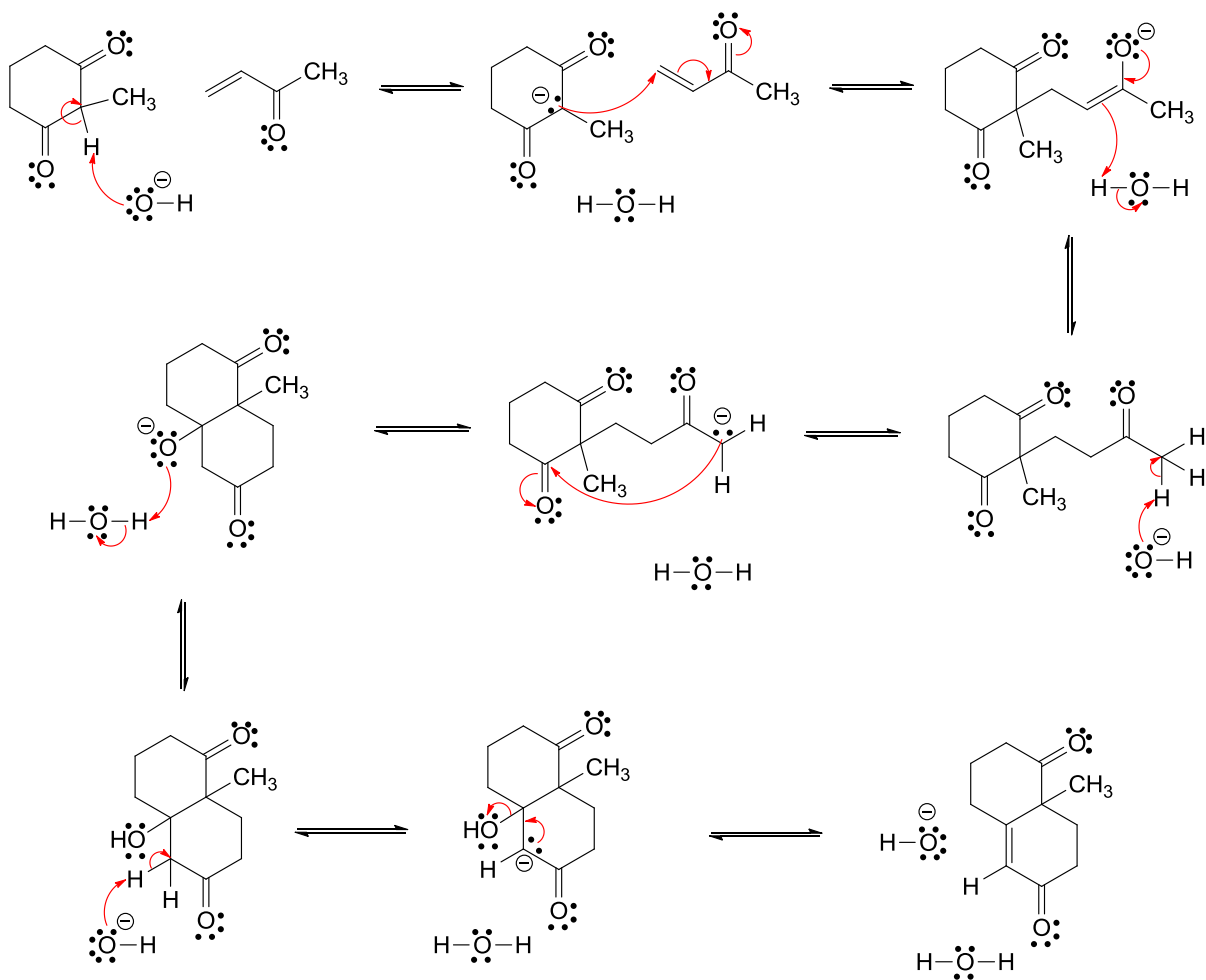


Za každý správně doplněný vzorec 0,4 bodu.

Celkem 2 body.

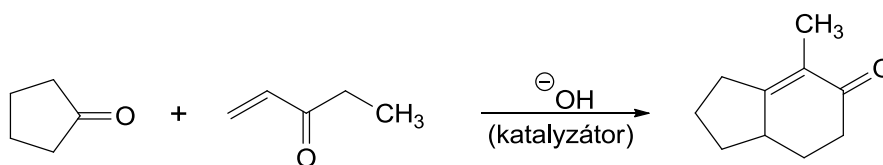
Elektronový pár může být zapsán čárkou (v našich končinách běžnější způsob) nebo dvěma tečkami

b) Doplnění šipek do mechanismu:



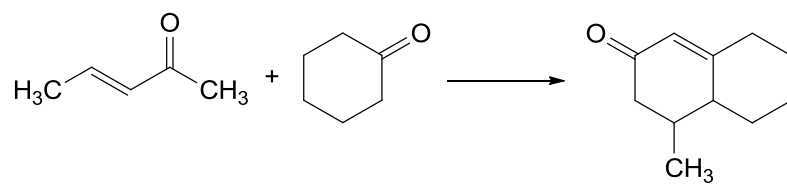
Za každou chybějící šipku odečteme 0,5 bodu od celkové bodové dotace 4 bodů až do dosažení nuly. Při opravování důsledně kontrolujeme umístění a orientaci šipky – musí vycházet ze středu elektronového páru (vazebného nebo volného) a směřovat k atomu.

c) Struktura produktu:



Za strukturu produktu 1 bod.

d) Struktury výchozích látek:



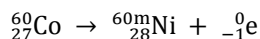
*Za každou strukturu výchozích látek 1 bod.
Celkem 2 body.*

Úloha 1

Kobalt, maso a Goldfinger

7 bodů

1) Rovnice:



Za správnou rovnici 0,25 bodu.

2) Výpočet:

$$N_{\text{Co}} = \frac{m_{\text{Co}}}{m_{1 \times \text{Co}}} = \frac{1,000 \text{ g}}{59,93382 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ g}} = \underline{1,005 \cdot 10^{22}}$$

Počet jader:

$$N_{\text{Co}} = 1,005 \cdot 10^{22}$$

Za správný postup výpočtu 0,25 bodu.
Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.
Celkem 0,50 bodu.

3) Výpočet:

V 1,000 g radiokobaltu je přítomno $1,005 \cdot 10^{22}$ atomů Co. Aktivita je:

$$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \cdot N = \frac{\ln 2}{5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot 1,005 \cdot 10^{22} = \underline{4,19 \cdot 10^{13} \text{ Bq}}$$

Aktivita:

Zavedením hmotnostní aktivity A_m :

$$A_m = 4,19 \cdot 10^{13} \text{ Bq g}^{-1}$$

Za správný postup výpočtu aktivity 0,50 bodu.
Za numericky správný výsledek včetně jednotky 0,25 bodu.
Celkem 0,75 bodu.

4) Výpočet:

Maso musí obdržet energii odpovídající $m_{\text{kýta}} \cdot D_{\text{steril}}$, kterou obdrží z γ -fotonů radiokobaltu. Fotony radiokobaltu mají energii $E_\gamma = (1,17 + 1,33) \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

$$m_{\text{kýta}} D_{\text{steril}} = \eta \cdot A_m \cdot m_{\text{Co}} \cdot t_{\text{irr}} \cdot E_\gamma$$

Doba ozařování je tedy:

$$t_{\text{irr}} = \frac{m_{\text{kýta}} D_{\text{steril}}}{\eta \cdot A_m \cdot m_{\text{Co}} \cdot E_\gamma} = \frac{12,0 \text{ kg} \cdot 3000 \text{ J kg}^{-1}}{0,35 \cdot 4,19 \cdot 10^{13} \text{ Bq g}^{-1} \cdot 20,000 \text{ g} \cdot 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}} = 306 \text{ s}$$

Doba ozařování:

$$t_{\text{irr}} = 306 \text{ s}$$

Za výpočet energie γ -fotonů včetně správného výsledku 0,25 bodu.
Za logicky správný postup výpočtu 0,50 bodu.
Za numericky správný výsledek doby ozařování 0,25 bodu.
Celkem 1,00 bodu.

5) Výpočet:

Během dvou let používání došlo ke snížení aktivity zářiče. Vypočteme jeho současnou aktivitu A:

$$m(t) = m(0) \cdot e^{-\lambda t} = m(0) \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} = 20,000 \text{ g} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5,27 \text{ y}} \cdot 2 \text{ y}} = 15,374 \text{ g}$$

$$A = A_m \cdot m(t) = 4,19 \cdot 10^{13} \text{ Bq g}^{-1} \cdot 15,374 \text{ g} = 6,44 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$$

Vypočteme dávkový ekvivalent, který chlapec obdrží během 12 hodin:

$$H = Q \cdot D = Q \cdot \frac{\eta \cdot A \cdot t_{\text{irr}} \cdot E_\gamma}{m_{\text{chlapec}}} = 1 \cdot \frac{0,05 \cdot 6,44 \cdot 10^{14} \text{ Bq} \cdot 12 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{55 \text{ kg}} \approx 10\,000 \text{ Sv}$$

Odpověď: Ano, u chlapce se dá předpokládat akutní nemoc z ozáření.

Za výpočet současné aktivity zářiče (včetně numericky správného výsledku) 0,50 bodu.

Za správný postup výpočtu dávkového ekvivalentu 0,50 bodu.

Za numericky správný výsledek dávkového ekvivalentu 0,25 bodu.

Za správnou odpověď založenou na vypočteném výsledku 0,25 bodu.

Celkem maximálně 1,50 bodu.

6) Výpočet: Chlapec by musel obdržet dávku 3 kGy. Z rovnosti energií tedy platí:

$$m_{\text{chlapec}} \cdot D_{\text{steril}} = \eta \cdot A \cdot t_{\text{irr}} \cdot E_\gamma$$

$$t_{\text{irr}} = \frac{m_{\text{chlapec}} \cdot D_{\text{steril}}}{\eta \cdot A \cdot E_\gamma} = \frac{55 \text{ kg} \cdot 3000 \text{ J kg}^{-1}}{0,05 \cdot 6,44 \cdot 10^{14} \text{ Bq} \cdot 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}} = 12794 \text{ s} = 3,6 \text{ h}$$

Odpověď: Chlapec by byl podle platných norem pro maso ozářen za 3,6 hod.

Za správný postup výpočtu času 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

7) Výpočet a výsledek:

$$A = A_m \cdot m_{Co} = 4,19 \cdot 10^{13} \text{ Bq g}^{-1} \cdot 50\,000 \text{ g} = 2,1 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$$

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

8) Výpočet: Analogicky podle 6)

$$t_{\text{irr}} = \frac{m_{\text{kýta}} \cdot D_{\text{steril}}}{\eta \cdot A \cdot E_\gamma} = \frac{12 \text{ kg} \cdot 3000 \text{ J kg}^{-1}}{0,85 \cdot 2,095 \cdot 10^{18} \text{ Bq} \cdot 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}} = 0,05 \text{ s}$$

Doba sterilizace:

$$t_{\text{irr}} = 0,05 \text{ s}$$

Za správný postup výpočtu času 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

9) Výpočty: Zásoby zlata přestanou být znehodnoceny, pokud člověk, který bude ve styku se zlatem kontaminovaným radiokobaltem obdrží méně, než 4 Sv dávkového ekvivalentu během 12 hodin ozařování. Požadujeme tedy aktivitu kobaltu:

$$H = Q \cdot D = Q \cdot \frac{\eta \cdot A(t) \cdot t_{\text{irr}} \cdot E_\gamma}{m_{\text{člověk}}} \rightarrow A(t) = \frac{H}{Q} \cdot \frac{m_{\text{člověk}}}{\eta \cdot t_{\text{irr}} \cdot E_\gamma}$$

$$A(t) = \frac{4 \text{ Sv}}{1} \cdot \frac{75 \text{ kg}}{0,85 \cdot 12 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 4,005 \cdot 10^{-13} \text{ J}} = 2,04 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

Takové aktivity se dosáhne po čase, který obdržíme z rozpadového zákona:

$$A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \frac{A(t)}{A(0)}}{-\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}} = \frac{\ln \frac{2,04 \cdot 10^{10} \text{ Bq}}{2,095 \cdot 10^{18} \text{ Bq}}}{-\frac{\ln 2}{5,27 \text{ y}}} = 140 \text{ y}$$

Výsledek:

$$t = 140 \text{ y}$$

*Za správný postup výpočtu aktivity, která nezpůsobí nemoc z ozáření 0,50 bodu.
Za správný postup výpočtu doby, za kterou již nebude zlato nebezpečné 0,75 bodu.
Za numericky správný výsledek doby 0,50 bodu.
Celkem 1,75 bodu.*

Úloha 2 Radiouhlíkové datování

4 body

- 1) **Vysvětlení:** Nuklid je soubor atomů, které mají stejné protonové a nukleonové číslo (tedy stejný počet protonů a neutronů v jádře).

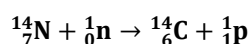
Vztah: Jedná se o izobary.

*Za vysvětlení pojmu 0,25 bodu.
Za uvedení vztahu mezi nuklidy 0,25 bodu.
Celkem 0,50 bodu.*

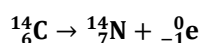
- 2) **Souvislost:** Jedná se o využití ^{13}C nuklidu v NMR spektroskopii případně pro isotopové trasování.

Za uvedení NMR 0,25 bodu.

- 3) **Rovnice vzniku:**



Rovnice zániku:



*Za každou rovnici 0,25 bodu.
Celkem 0,50 bodu.*

- 4) **Vysvětlení:** Po uplynutí 10 a více poločasů rozpadu je aktivita ^{14}C již špatně měřitelná a chyba měření je extrémně vysoká pro smysluplné stanovení stáří vzorku.

Za vysvětlení 0,25 bodu.

- 5) **Vysvětlení:** Kolísání je zapříčiněno zejména zkouškami jaderných zbraní v průběhu 20. století.

Za vysvětlení 0,25 bodu.

- 6) **Úvaha a výsledek:** Autor je podle všeho stále naživu. Vzhledem k tomu, že metoda zkoumá úbytek aktivity radiouhlíku po smrti objektu, je stáří autora určené touto metodou 0 let.

Za vysvětlení a výsledek 0,50 bodu.

- 7) **Výpočet:** Nejprve je třeba vypočítat rovnovážnou aktivitu ^{14}C v době smrti organismu (v $t = 0$). Využijeme k tomu fakt, že aktivita uhlíku z dřeva z roku 1900 činí v roce 2018 (tj. po $t = 188 \text{ y}$) $A = 0,2700 \text{ Bq}$.

$$A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow A(0) = \frac{A(t)}{e^{-\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} t}} = \frac{0,2700 \text{ Bq}}{e^{-\frac{\ln 2}{5730 \text{ y}} \cdot 118 \text{ y}}} = 0,2739 \text{ Bq}$$

Z této rovnovážné aktivity radiouhlíku v živém organismu a aktivity uhlíku v Ötziho těle ($A = 0,0086 \cdot (1/60) \cdot 1000 = 0,1433 \text{ Bq g}^{-1}$) můžeme vypočítat čas, kdy Ötzi zemřel:

$$A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \frac{A(t)}{A(0)}}{-\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}} = \frac{\ln \frac{0,1433 \text{ Bq}}{0,2739 \text{ Bq}}}{-\frac{\ln 2}{5730 \text{ y}}} = 5400 \text{ y}$$

Odpověď: Ötzi umřel před 5400 lety, tj. cca 3400 př. n. l.

Za výpočet rovnovážné aktivity radiouhlíku v živém organismu 0,75 bodu.

Za výpočet doby, před kterou Ötzi umřel 0,75 bodu.

Za numericky správný letopočet 0,25 bodu.

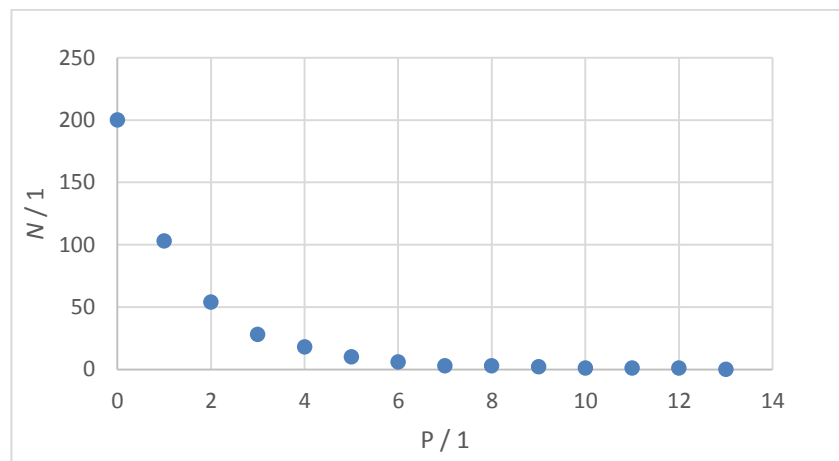
Celkem maximálně 1,75 bodu.

Úloha 3 Čočka, pivo a linearizace

5 bodů

1) Tabulka a graf:

$P/1$	$N/1$
0	200
1	103
2	54
3	28
4	18
5	10
6	6
7	3
8	3
9	2
10	1
11	1
12	1
13	0



Za vhodně sestavenou tabulku 0,50 bodu.

Za vhodně zvolený graf (bodový) 0,50 bodu.

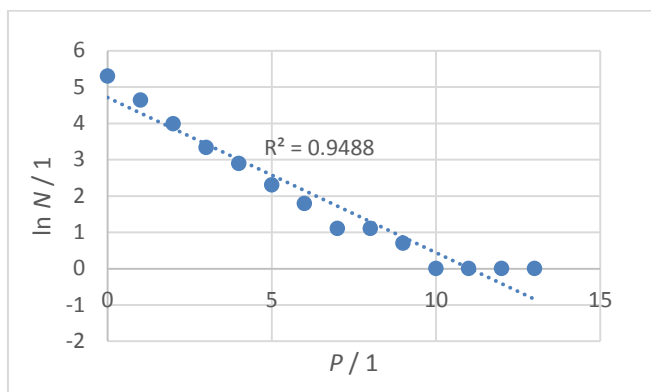
Celkem 1,00 bodu.

2) Linearizace vztahu:

$$N(P) = N(P=0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^P \rightarrow \ln \frac{N(P)}{N(P=0)} = -P \ln 2 \rightarrow \underline{\ln N(P) = \ln N(P=0) - P \ln 2}$$

Za správný tvar linearizovaného vztahu 0,50 bodu.

3) **Linearizovaný graf:**



Vhodnost linearizace: Vztah velmi dobře popisuje závislost pro velká N , pro menší N je linearizace méně vhodná. Pro atomy, kterých je „hodně“ však tento zákon naprosto velmi dobře popisuje pravděpodobnostní charakter radioaktivního rozpadu.

Za linearizovaný graf 0,50 bodu.

Za diskusi 0,50 bodu.

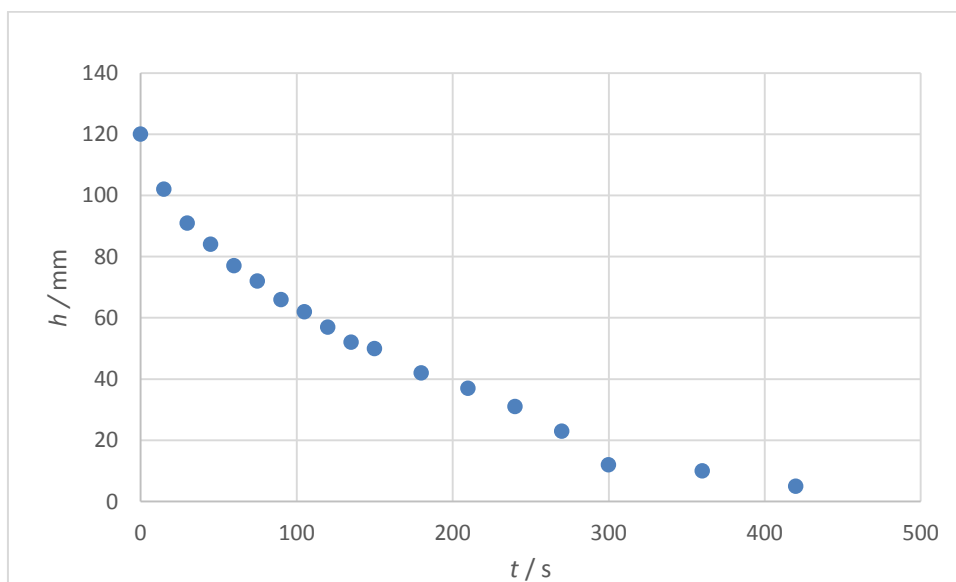
Celkem 1,00 bodu.

- 4) **Vysvětlení:** Veličina P popisuje počet uplynutých poločasů rozpadu (pravděpodobnost, že se zrnko čičky objeví obarvenou stranou nahoru je právě 0,5), tedy:

$$P = \frac{t}{\tau_{1/2}}$$

Za uvedení vztahu 0,50 bodu.

5) **Graf:**

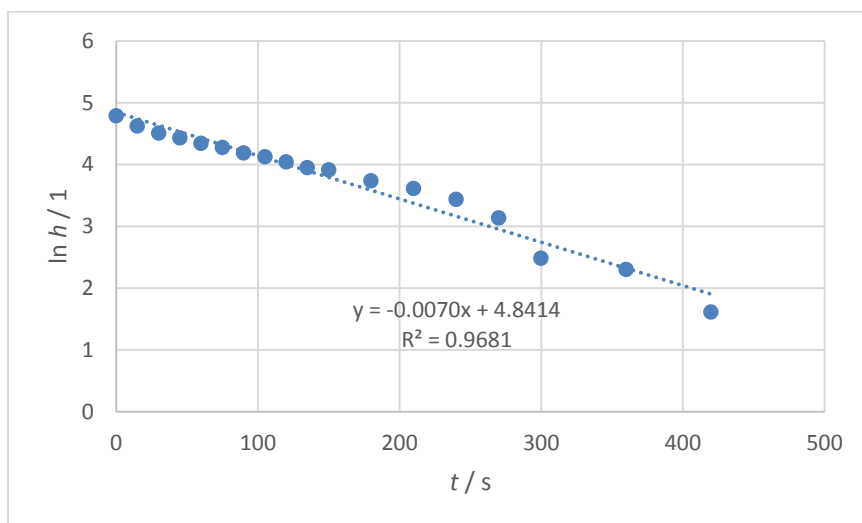


Za vhodně sestavený graf na základě reálného měření 0,50 bodu.

6) **Vyhodnocení:** Graf nejprve linearizujeme na základě upraveného rozpadového zákona pro výšku pěny:

$$h(t) = h(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow \ln \frac{h(t)}{h(0)} = -\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \rightarrow \ln h(t) = \ln h(0) - \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \cdot t$$

Vyneseme tedy závislost $\ln h(t) = f(t)$ a proložíme touto závislostí spojnicí trendu:



Je evidentní, že poločas rozpadu obdržíme ze směrnice $k = -0,0070 \text{ s}^{-1}$. Tedy:

$$k = -\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \rightarrow \tau_{1/2} = -\frac{\ln 2}{k} = -\frac{\ln 2}{-0,0070 \text{ s}^{-1}} = 99 \text{ s}$$

Za správně zvolený způsob linearizace 0,50 bodu.

Za linearizovaný graf 0,25 bodu.

Za odečtení směrnice 0,25 bodu.

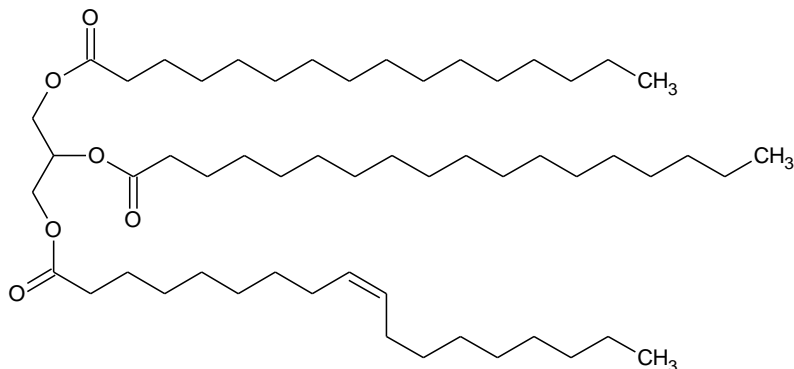
Za numericky správný poločas rozpadu na základě naměřených dat 0,50 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

Úloha 1 Tropické a arktické lipidy

8 bodů

1) Vzorec triglyceridu:



Za každý správný acyl 0,15 bodu.
Za glycerol 0,1 bodu.
Celkem 0,55 bodu.

2) **Název tkáně:** Tuková tkáň (není třeba rozlišovat typ).

Účel triglyceridů: Triglyceridy v ní uložené slouží jako zásobárna chemické energie pro buňky na horší časy.

Za název tkáně 0,1 bodu.
Za účel triglyceridů 0,1 bodu.
Celkem 0,2 bodu.

3)

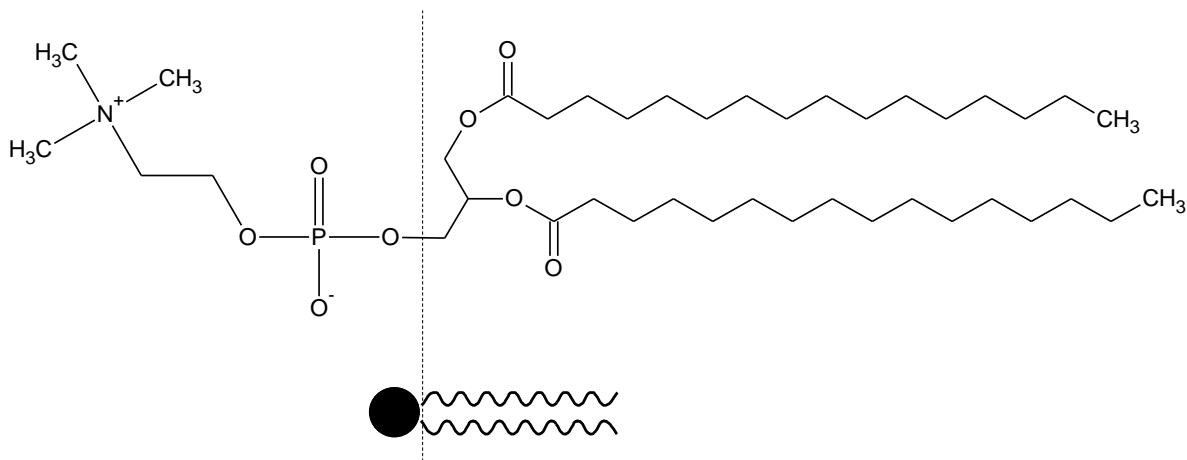
Vzorec ethanolaminu:	Vzorec serinu:
Vzorec inositolu:	Vzorec cholinu:

Za vzorec ethanolaminu 0,15 bodu.
Za vzorec serinu 0,15 bodu.
Za vzorec inositolu 0,15 bodu.
Za vzorec cholinu 0,15 bodu.
Celkem 0,6 bodu.

4) **Náboj:** -1

Za náboj 0,5 bodu.

5) **Vzorec lecitinu a symbolické označení hlavičkou s ocásky:**



Polární část: Část označená hlavičkou

Nepolární část: Část označená ocásky

Za vzorec lecitinu 1 bod (náboj zbytku kyseliny fosforečné se nehodnotí).

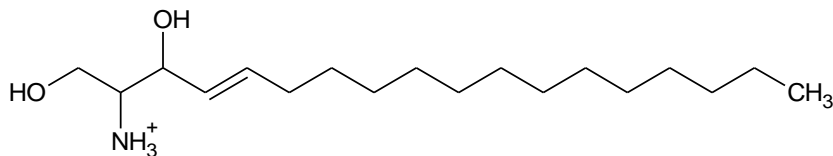
Za symbolické označení hlavičkou s ocásky 0,15 bodu.

Za polární část 0,05 bodu.

Za nepolární část 0,05 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

6) **Vzorec:**



Za vzorec 1 bod (náboj aminoskupiny se nehodnotí).

7)

Tvrzení	Pravdivost	Opravené tvrzení
Sfingosin je za fyziologického pH záporně nabitý.	NE	Aminoskupina sfingosinu je protonována, tudíž sfingosin nese kladný náboj.
Ve sfingolipidech je mastná kyselina esterově vázaná na sekundární hydroxylovou skupinu sfingosinu.	NE	Mastná kyselina je vázaná amidicky na aminoskupinu.
Cerebrosidy nesou sacharid vázaný přes primární hydroxylovou skupinu sfingosinu.	ANO	
Gangliosidy nesou molekulu sialové kyseliny navázanou amidicky přes aminoskupinu sfingosinu.	NE	Sialová kyselina je navázána na sacharidovou složku gangliosidů.

Součástí sfingomyelinů bývá zbytek kyseliny fosforečné a aminoalkohol.	ANO	
Kardiolipiny jsou složeny z glycerolu, kyseliny fosforečné a mastných kyselin.	ANO	

Za každou správně uvedenou pravdivost 0,2 bodu.

Za každý správně opravený výrok 0,2 bodu.

Celkem 1,8 bodu.

8) Schéma liposomu:

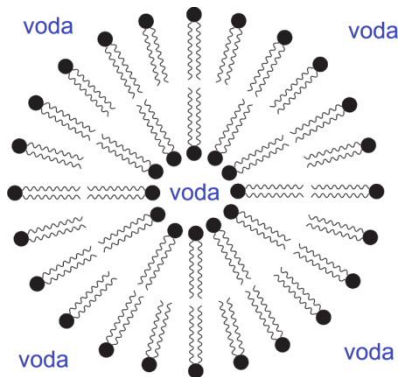


Schéma micely:

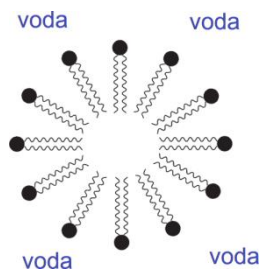
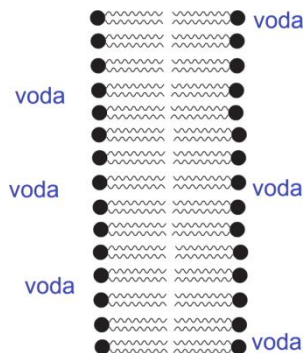


Schéma lipidové dvouvrstvy:



Za schéma liposomu (včetně vyznačení vody) 0,7 bodu.

Za schéma micely (včetně vyznačení vody) 0,7 bodu.

Za schéma dvouvrstvy (včetně vyznačení vody) 0,7 bodu.

Celkem 2,1 bodu.

Úloha 2 Membrány

4 body

- 1) **Charakterizace:** Lipidová dvouvrstva je složena ze dvou listů, které se za fyziologické teploty chovají jako dvě oddělené 2D kapaliny. Molekuly lipidů se v rámci jednoho listu dvouvrstvy pohybují snadno prostou difuzí (0,25 bodu). Naopak přechod mezi vnitřním a vnějším listem je pomalejší natolik, že organismy k tomu využívají enzymy (0,25 bodu).

Za charakterizaci celkem 0,5 bodu; body přidělit podle popisu v textu.

- 2) **Výpočet:**

$$n_{glu} = 0,1 \text{ mol}$$

$$t = 37 \text{ }^\circ\text{C} \dots T = 310 \text{ K}$$

$$c_{vně} = 5,5 \text{ mM}$$

$$c_{uvnitř} = 0,20 \text{ mM}$$

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

Ve vztahu pro volnou energii je hodnota koncentrace uvnitř buňky v čitateli, protože se jedná o koncový stav, kdežto koncentrace vně buňky je ve jmenovateli, protože se jedná o počáteční stav:

$$\Delta G = n_{glu} RT \ln \frac{c_{uvnitř}}{c_{vně}}$$

$$\Delta G = 0,10 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 310 \text{ K} \times \ln \frac{0,20 \text{ mM}}{5,5 \text{ mM}} = -8,5 \times 10^2 \text{ J}$$

Volná energie: $-8,5 \cdot 10^2 \text{ J}$.

Za správný postup výpočtu 1,5 bodu.

Při opomenutí vynásobením látkovým množstvím glukosy udělit 0,75 bodu.

Za výsledek volné energie na dvě platné cifry 1 bod.

Celkem 2,5 bodu.

- 3) **Zdůvodnění:** Cytoplasmatická membrána, potažmo lipidová dvouvrstva, je velmi špatně propustná pro ionty, středně velké a velké polární molekuly. Glukosa je středně velkou polární molekulou (obsahuje šest polárních hydroxylových skupin), a proto samovolně přes cytoplasmatickou membránu prakticky nepřechází.

Za zdůvodnění 0,5 bodu.

- 4) **Vysvětlení:** Pasivní transport je transport určité látky po spádu jejího (elektro)chemického potenciálu, kdežto aktivní transport je proti spádu. Jinými slovy, pasivní transport nevyžaduje dodání energie, kdežto pasivní ano.

Za vysvětlení pasivního transportu 0,25 bodu.

Za aktivní transport 0,25 bodu.

Celkem 0,5 bodu.

Úloha 1 Alkalimetrické stanovení amoniaku

30 bodů

1) Spotřeby odměrného 0,1M NaOH

Tolerance.....podle známého vzorku... vypočteme V_{exp} a rozdíl $\Delta V = V_{\text{průměr}} - V_{\text{exp}}$

$$\Delta V < 0,25 \text{ ml} \dots\dots\dots 18 \text{ bodů}$$

$$\Delta V = \pm (0,25-0,5) \text{ ml} \dots\dots 14 \text{ bodů}$$

$$\Delta V = \pm (0,5-0,75) \text{ ml} \dots\dots 10 \text{ bodů}$$

$$\Delta V = \pm (0,75-1) \text{ ml} \dots\dots 6 \text{ bodů}$$

$$\Delta V > 1 \text{ ml} \dots\dots\dots 2 \text{ body}$$

2) Výpočet:(hmotnostního zlomku, w , vzorku amoniaku)

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) - n(\text{NaOH})$$

$$n(\text{NH}_3) = V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl}) - V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH})$$

Hmotnostní zlomek v analyzovaném vzorku:

$$c(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) / V(\text{NH}_3)$$

$$w(\text{NH}_3) = 17,03 \cdot n(\text{NH}_3) / 10 = m(\text{NH}_3) / 10$$

3 body

Hmotnostní zlomek v koncentrovaném vzorku

$$c(\text{NH}_3)_{\text{conc}} = 100 \cdot c(\text{NH}_3)$$

$$w(\text{NH}_3)_{\text{conc}} = 100 \cdot m(\text{NH}_3) / m_{\text{conc}}$$

$$w(\text{NH}_3, \%) = 100 \cdot w(\text{NH}_3)$$

3 body

Hmotnost m získáme ze vztahu $m = V \rho$, kde ρ je příslušná hustota vzorku, kterou odečteme pomocí lineární interpolace pro stanovenou molární koncentraci odpovídající koncentrovanému roztoku z Tabulky 1. Pro zředěný analyzovaný vzorek uvažujeme hustotu roztoku přibližně $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.

Např. výsledkem bude údaj o koncentraci $c(\text{NH}_3) = 11,56 \text{ M}$. Z podobnosti trojúhelníků vyplývá, že $\frac{\Delta \rho}{\Delta c} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{c_2 - c_1}$, po dosazení známých údajů dostaneme $\frac{\Delta \rho}{\Delta c} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{11,56 - 11} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{c_2 - c_1} = \frac{0,922 - 0,915}{11 - 12}$,

$$\text{A po úpravě pak } \Delta \rho = \frac{0,922 - 0,915}{11 - 12} \cdot (11,56 - 11) = -0,00392 \text{ g cm}^{-3}$$

Hustota roztoku je pak $\rho(c = 11,56 \text{ M}) = \rho(c = 11 \text{ M}) + \Delta \rho = 0,922 - 0,00392 = 0,91808 \text{ g cm}^{-3}$

3) **Zdůvodnění:** Z důvodu minimalizace těkavosti.

2 body

4) **Výpočet:**

100 g kyseliny 36 g HCl

1178,9 g m g HCl

$m = 1178,9 \cdot 36/100 = 424,404$ g HCl v 1000 ml roztoku kyseliny

Na 250 ml 0,1M roztoku:

$m_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} \cdot V_s = 0,1 \cdot 36,46 \cdot 0,25 = 0,9115$ g HCl,

$V = 0,9115 \cdot 1000/424,404 = 2,15$ ml

Nebo:

$$c = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{rozt})} = \frac{m(\text{HCl})}{M_m(\text{HCl}) V(\text{rozt})} = \frac{w m_k}{M_m(\text{HCl}) V(\text{rozt})} = \frac{w V_k \rho_k}{M_m(\text{HCl}) V(\text{rozt})},$$

odkud

$$V_k = \frac{c \cdot M_m(\text{HCl}) \cdot V(\text{rozt})}{w \rho_k} \text{ tj. } V_k = \frac{0,1 \cdot 36,46 \cdot 0,25}{0,36 \cdot 1178,9} \text{ dm}^3 = 2,15 \text{ ml}$$

4 body

Úloha 2 Kvalitativní důkaz NH_4^+ s pH indikací

10 bodů

1)

Za každý správně určený vzorek 1 bod.

Celkem 6 bodů.

2)

Strukturní vzorec	Triviální název	Použití
$2 \text{ K}^+ \left[\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{Hg} \cdots \text{I} \\ \\ \text{I} \end{array} \right]^{2-}, \text{ tj. } \text{K}_2[\text{HgI}_4]$	Nesslerovo činidlo	Důkaz amoniaku (či amonných iontů)

Za vzorec 2 body, za triviální název 1 bod, za použití 1 bod.

Celkem 4 body.



55. ročník

2018/2019

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

Úloha 1 Alkalimetrické stanovení amoniaku

(pro jednoho studenta, pokud není uvedeno jinak)

Pomůcky:

- pipeta (10 a 20 cm³),
- byreta 25 cm³,
- (analytické) váhy,
- kádinky,
- navažovací lodička,
- lžička,
- odměrný válec 10 nebo 20 cm³,
- stříčka s destilovanou vodou,
- 3 titrační baňky,
- nálevka.

Chemikálie:

- kyselina chlorovodíková (36,5–38,0%, $M = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$),
- hydroxid sodný (pevný, $\geq 97,0\%$, $M = 40,00 \text{ g mol}^{-1}$),
- dihydrát kyseliny šťavelové ($M = 126,07 \text{ g mol}^{-1}$),
- uhličitán sodný, bezvodý ($M = 105,99 \text{ g mol}^{-1}$),
- amoniak (23–25% vodný roztok, $M = 17,03 \text{ g mol}^{-1}$),
- methyloranž (0,1 % vodný roztok – navážka 0,1 g methyloranže se rozpustí ve vodě a doplní vodou ve 100cm³ baňce po rysku),
- fenolftalein (0,1 % roztok v ethanolu – navážka 0,1 g fenolftaleinu se rozpustí v ethanolu a doplní tímto rozpouštědlem ve 100cm³ odměrné baňce po rysku).

Příprava a standardizace 0,1 M NaOH

Na lodičku se přesně naváží přibližně 0,4 g NaOH.

Navážka se převede do 100cm³ odměrné baňky, doplní vodou a důkladně promíchá. V případě nedostupnosti analytických vah na SŠ navažujte 4,00 g NaOH na technických vahách a rozpustíte ji v destilované vodě a doplňte na výsledný objem 1 000 dm³ v příslušné odměrné baňce.

Na lodičku se přesně naváží přibližně 0,63 g dihydrátu kyseliny šťavelové, navážka se převede do 100 ml odměrné baňky a doplní vodou po rysku. Takto připravený roztok má přibližnou koncentraci 0,05 M. Pokud nejsou k dispozici váhy s přesností na 0,01 g, připravte roztok do 1 dm³ (6,3 g kyseliny šťavelové).

Do titrační baňky odpipetujeme 10,00 cm³ odměrného roztoku NaOH, přidáme kapku fenolftaleinu a titrujeme odměrným roztokem kyseliny šťavelové do momentu, kdy poslední kapka odbarví roztok. Při průměrné spotřebě $V_{st} = 10 \text{ cm}^3$ spočítáme koncentraci odměrného roztoku NaOH následovně:

$$c_{NaOH} = \frac{V_{st} \cdot m_{st} \cdot 2}{M_{st} \cdot V_{st,zás.} \cdot V_{NaOH}} \quad tj. \quad c_{NaOH} = \frac{0,01 \cdot 0,63 \cdot 2}{126,07 \cdot 0,1 \cdot 0,01} = 0,1 \text{ M}$$

Příprava a standardizace 0,1 M HCl

Odměrným válcem odměříme 8,6 cm³ koncentrované kyseliny chlorovodíkové a doplníme destilovanou vodou na objem 1 dm³ (tento roztok vystačí pro 10 soutěžících).

Přesně navážíme navážku 0,53 g uhličitany sodného pro přípravu standardního roztoku o koncentraci 0,05 M do 100cm³ odměrné baňky a doplníme vodou po rysku.

Do titrační baňky napipetujeme 10,00 cm³ odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové, přidáme 20 cm³ destilované vody, indikátor methylooranž (0,1 % vodný roztok) a titrujeme odměrným roztokem uhličitany sodného do oranžového zbarvení.

Příklady výpočtu:

Při navážce 0,53 g uhličitany vypočteme přesnou koncentraci HCl podle následujícího vzorce:

$$c_{uhl} = \frac{m_{uhl}}{M_{uhl} \cdot V_{uhl}} \text{ tj. } c_{uhl} = \frac{0,53}{105,99 \cdot 0,1} = 0,05 \text{ M}$$

Při průměrné spotřebě $V_{sp,uhl} = 10$ ml spočítáme přesnou koncentraci HCl následovně:

$$c_{HCl} = \frac{2 \cdot V_{sp,uhl} \cdot c_{uhl}}{V_{HCl}} \text{ tj. } c_{HCl} = \frac{2 \cdot 0,01 \cdot 0,05}{0,01} = 0,1 \text{ M}$$

Alternativa pro méně vybavené školy: stačí jedenkrát, analytický postup se zopakuje s řádně vymytou baňkou

Vzorek: stonásobně zředěný roztok koncentrovaného amoniaku¹

Odměrným válcem odměřte 10 cm³ vodného roztoku amoniaku a doplňte vodou do výsledného objemu 1 dm³. Stanovte jeho koncentraci jako referenční hodnotu pomocí návodu uvedeného v Úloze 1.

¹ Pokud by nebylo prakticky možné provést přetlakové pipetování (např. při nedostupnosti potřebné zátky či korkovrtu), budou studenti pipetovat klasickým způsobem, tj. pipetováním s pipetou a bezpečnostním balónekem. Podle testování oponentů jsou oba způsoby pipetování 100krát zředěného původně koncentrovaného roztoku amoniaku poskytují shodné výsledky v rámci experimentální chyby měření.

Úloha 2

Kvalitativní důkaz NH_4^+ s pH indikací

Pomůcky:

- očíslované zkumavky o objemu zhruba 10 cm^3 (6 ks),
- 2x kádinka, $V = 250 \text{ cm}^3$,
- navažovací lodička,
- stříčka s destilovanou vodou,
- nůžky,
- kapátko.

Chemikálie:

Chlorid amonný – vodný roztok, $c = 5 \text{ g dm}^{-3}$ (navážka 0,5 g pevného NH_4Cl se rozpustí ve vodě a převede do kádinky o objemu 250 cm^3 . Následně se zředí vodou na objem 100 cm^3).

Hydroxid sodný, cca 20 % vodný roztok (navážka 20 g pevného NaOH se rozpustí ve 20–30 cm^3 vody a převede do kádinky o objemu 250 cm^3 . Následně se zředí vodou na objem 100 cm^3)².

Postup:

Do 3 zkumavek odměříme zhruba 10 cm^3 připraveného roztoku chloridu amonného, v dalších 3 zkumavkách se bude nacházet destilovaná voda o stejném objemu. Pořadí se pro každého studenta zvolí náhodně a bude zaznamenáno.

² Objem zásobního roztoku připravte dle uvážení, každý soutěžící spotřebuje maximálně 1 cm^3 tohoto roztoku.