



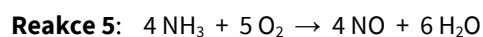
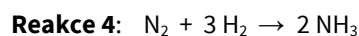
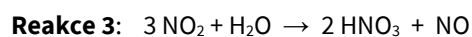
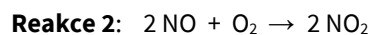
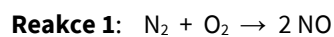
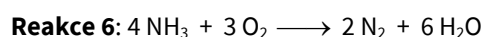
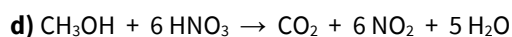
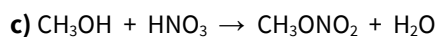
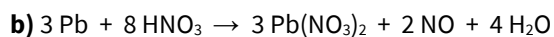
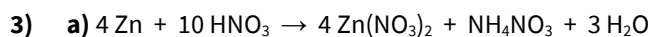
55. ročník

2018/2019

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie A

ŘEŠENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI (60 BODŮ)

**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Kyselina dusičná****7,5 bodu****1) Identifikace látek:****A** = NO, bezbarvý **B** = NO₂, rezavě hnědý (případně N₂O₄, bezbarvý) **C** = NH₃, bezbarvý*Za správně identifikované látky včetně zbarvení po 0,25 bodu.**Za rovnice 1, 2, 3 a 4 po 0,25 bodu.**Za rovnicí 5 0,75 bodu.**Celkem 2,5 bodu***2) Reakce probíhá za účasti katalyzátoru, kterým je Pt či slitina Pt-Rh žhavená na vysokou teplotu. Bez účasti katalyzátoru hoří amoniak za vzniku dusíku.***Za informaci o katalyzátoru 0,25 bodu (složení katalyzátoru není požadováno).**Za rovnicí 0,75 bodu.**Celkem 1,00 bodu.**Pro každou reakci: za správné produkty 0,50 bodu.**Za vyčíslení správné rovnice 0,50 bodu.**Celkem 4,00 bodu.*

**Úloha 2 Amonné soli****3,5 bodu**

- 1) **Rovnice:** $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
 $\text{CaSO}_4 + 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$

*Za neutralizační rovnici 0,25 bodu.
Za rovnici „Solvayova“ způsobu 1,00 bodu.*

Celkem 1,25 bodu.

- 2) **Využití:** Dusičnan amonný – složka některých výbušnin, hnojivo
Síran amonný – hnojivo

Za jedno správné použití každé látky po 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

- 3) **Název:** chlorid amonný
Vzorec: NH_4Cl

0,25 bodu.

- 4) **Vysvětlení:** Při rozpouštění amonných solí vznikají vodíkové můstky mezi amonnými kationty a molekulami vody.

0,25 bodu.

- 5) **Rovnice v iontovém tvaru:** $2 \text{NH}_4^+ + [\text{HgI}_4]^{2-} \rightarrow (\text{NH}_4)_2[\text{HgI}_4] \downarrow$

0,50 bodu.

6)

- a) Lakmusový papírek zmodrá.
b) Papírek zčerná.
c) Papírek prohloubí modré zbarvení, případně zfialoví.

Za každé vysvětlení 0,25 bodu.

Celkem 0,75 bodu.

**Úloha 3 Symetrie****5 bodů**

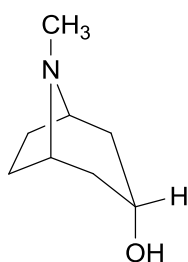
	Částice	Bodová grupa
a)	NH_4^+	T_d
b)	NH_3Cl^+	C_{3v}
c)	NH_2Cl_2^+	C_{2v}
d)	N_3^-	$D_{\infty h}$
e)	Nitrobenzen	C_{2v}

Za každou správně určenou grupu symetrie 1,00 bodu.

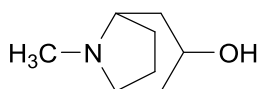
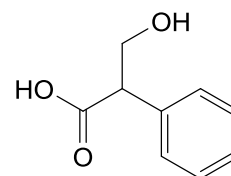
Celkem 5,00 bodu.

**ORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Atropin****4 body**

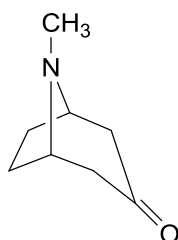
1)

Látka A – tropin

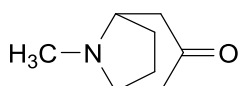
nebo

**Látka B – kyselina tropová***Za každou správnou strukturu 1,00 bodu (Konfigurace není hodnocena).**Celkem 2,00 bodu.*

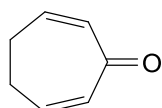
2)

Látka C – tropinon

nebo

*Za správnou strukturu 1,00 bodu.*

3)

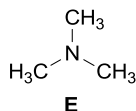
Látka D*Za správnou strukturu 1,00 bodu.*



Úloha 2 Vyrábíme biologicky aktivní aminy

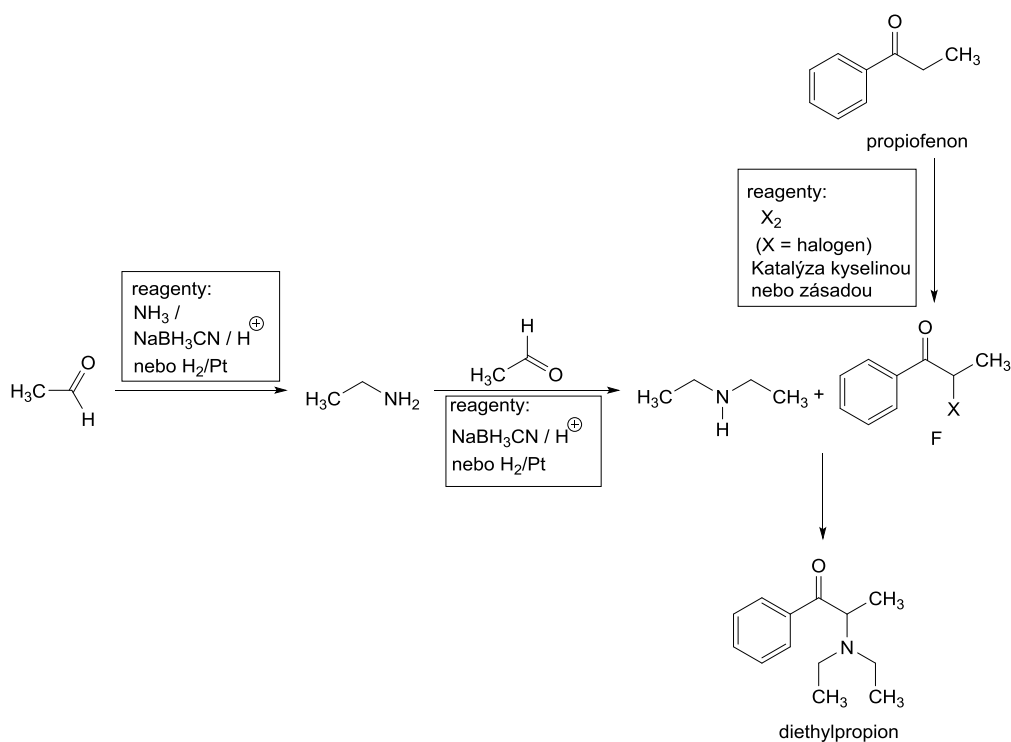
4 body

1) Vzorec látky E (trimethylamin)

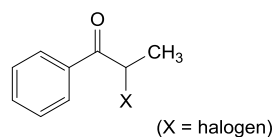


Za správnou strukturu 1,00 bodu.

- 2) Diethylamin lze připravit ze dvou molekul acetaldehydu dvojnásobnou reduktivní aminací. Sloučenina F vzniká halogenací propiofenonu, např. působením halogenu za kyselé nebo bazické katalýzy. Bazická katalýza je zde méně vhodná.



Struktura látky F:



Lze uznat i jiné podmínky a reagenty pro reduktivní aminaci, v prvním kroku ale nesmí mezi činidly chybět amoniak.

Za podmínky reduktivní aminace 2 × 0,50 bodu.

Za uvedení halogenačního činidla 0,50 bodu.

Za katalyzátor halogenace propiofenonu 0,50 bodu.

Za strukturu látky F 1,00 bodu.

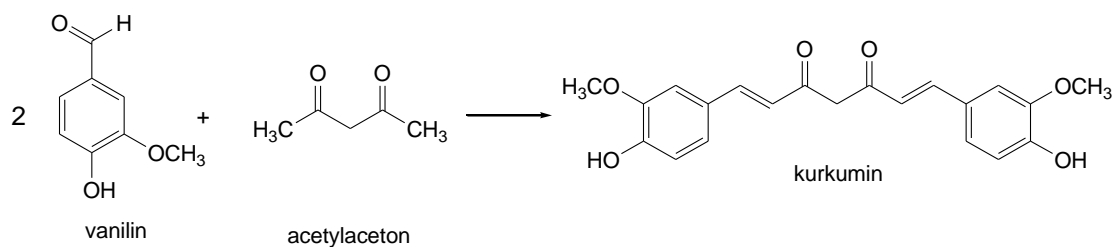
Celkem 3 body.



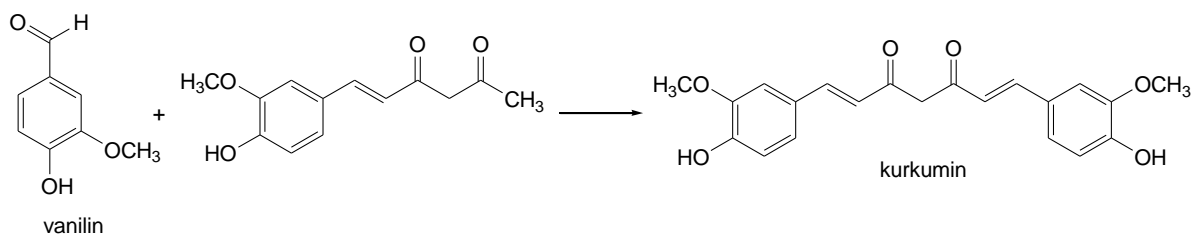
Úloha 3 Chemie enolů a enolátů

8 bodů

1) Kurkumin můžeme připravit aldolovou kondenzací dvou molekul vanilinu s molekulou acetylacetonu.



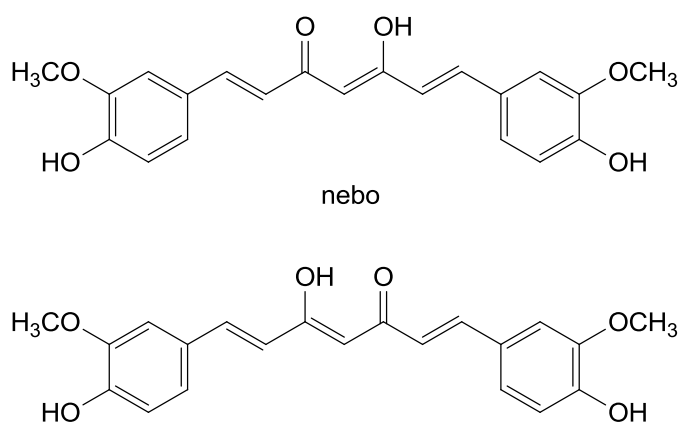
Případně můžeme uznat kombinaci:



Za každou strukturu 1,00 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

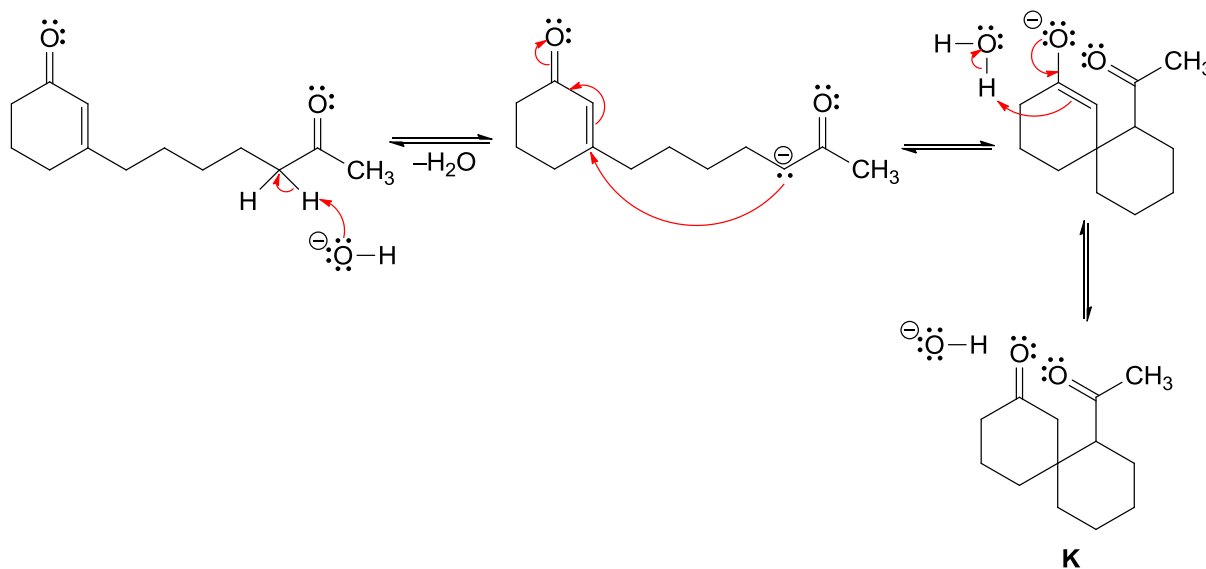
2) Enol-forma kurkuminu:



Za strukturu enolformy kurkuminu 0,50 bodu.



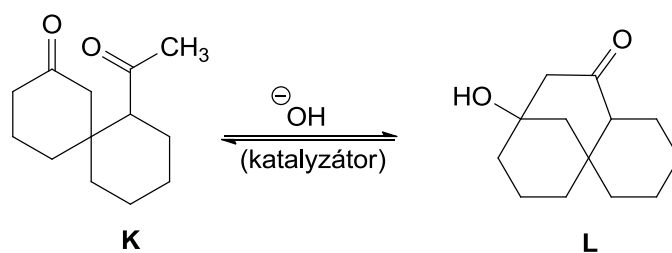
3) Doplnění šipek do mechanismu:



V reakčním mechanismu můžeme napočítat 8 šipek.

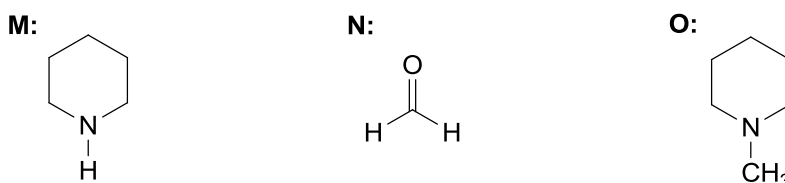
Za každou chybějící šipku odečítáme 0,20 bodu od celkové bodové dotace 1,50 bodu do dosažení nuly. Při opravování důsledně kontrolujeme umístění a orientaci šipky – musí vycházet ze středu elektronového páru (vazebného nebo volného) a směřovat k atomu.

4) Dokončení reakce a struktura produktu L:



Za strukturu produktu L 1,00 bodu.

5) Strukturální vzorce látek M, N a O:



Za každou správně uvedenou strukturu 1,00 bodu.

Celkem 3,00 bodu.



FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Průjem, krev a fosfor

5 bodů

1) **Rovnice rozpadu ^{32}P :** $^{32}\text{P} \rightarrow ^{32}\text{S} + \text{e}^-$

Rovnice rozpadu $\text{H}^{32}\text{PO}_4^{2-}$: $\text{H}^{32}\text{PO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}^{32}\text{SO}_4^- + \text{e}^-$

Název a vzorec aniontu: hydrogensíranový anion, HSO_4^-

*Za každou správnou odpověď 0,25 bodu.
Díčí body se neudělují.*

Celkem 0,75 bodu.

2) **Výpočet:**

Objemová aktivita krve činí $A_V = 216\,000\text{ min}^{-1}\text{ cm}^{-3} = 3600\text{ Bq cm}^{-3}$.

V 1 ml krve je tak aktivita $A = 3600\text{ Bq}$. Z definice aktivity je možné určit počet atomů fosforu ^{32}P (N_P):

$$A = \lambda \cdot N_P \rightarrow N_P = \frac{A}{\lambda} = \frac{A}{\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}} = \frac{3600\text{ Bq}}{\frac{\ln 2}{14,29 \cdot 24 \cdot 3600}} = 6,41 \cdot 10^9$$

Látkové množství značeného hydrogenfosforečnanu je stejné jako látkové množství radiofosforu:

$$n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = n_P = \frac{N_P}{N_A} = \frac{6,41 \cdot 10^9}{6,022 \cdot 10^{23}} = 1,06 \cdot 10^{-14}\text{ mol}$$

Hmotnost je pak:

$$m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} \cdot M_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = 1,06 \cdot 10^{-14} \cdot 142,96 = 1,52 \cdot 10^{-12}\text{ g}$$

Hmotnost $\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{PO}_4$: 1,52 pg.

Za přepočítání aktivity na aktivitu 1 ml krve 0,25 bodu.

Za výpočet počtu atomů radiofosforu 0,50 bodu.

Za přepočítání na látkové množství a hmotnost 0,75 bodu.

Za numericky správný výsledek ve správných jednotkách 0,25 bodu.

Celkem 1,75 bodu.



- 3) **Předpoklady:** Poločas rozpadu radiofosforu je mnohonásobně vyšší, než je doba experimentu. Proto jakýkoliv rozpad fosforu v průběhu experimentu zanedbáme.

Výpočet: Výpočet provedeme jednoduchou úvahou. Aktivita radiofosforu, kterou jsme podali pacientovi v 5 ml jeho radiofosforem dopované krve je:

$$A_{\text{in}} = A_{V,\text{in}} \cdot V_{\text{krv},\text{in}} = 216\,000 \cdot 5 = 1\,080\,000 \text{ min}^{-1}$$

Toto množství radiofosforu se rozředilo do veškerého objemu V krve a po odběru byla objemová aktivita krve:

$$A_{V,\text{out}} = \frac{A_{\text{out}}}{V_{\text{out}}} = \frac{2300}{10} = 230 \text{ min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Je evidentní, že objem krve je pak:

$$V = \frac{A_{\text{in}}}{A_{V,\text{out}}} = \frac{1\,080\,000}{230} = 4700 \text{ cm}^3$$

Normální objem krve pacienta se pohybuje v intervalu $60 \cdot 75 = 4500 \text{ cm}^3$ a $75 \cdot 75 = 5625 \text{ cm}^3$.

Objem krve pacienta: 4700 ml.

Je objem krve pacienta v normě? ANO.

*Za předpoklad zanedbání rozpadu radiofosforu 1,00 bodu.
Za výpočet objemu krve jakýmkoliv správným způsobem 0,50 bodu.
Za numericky správný výsledek objemu krve 0,50 bodu.
Za výpočet rozsahu normálního objemu krve 0,25 bodu.
Za rozhodnutí na základě vypočtených hodnot 0,25 bodu.*

Celkem 2,50 bodu.

Úloha 2 Nevinné hrátky s plutoniem

4 body

- 1) **Výpočet:**

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{U \cdot I \cdot t_{\text{puls}} \cdot N_{\text{puls}}}{\Delta t} = \frac{5 \text{ V} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 70}{60} = 29,2 \cdot 10^{-6} \text{ W}$$

Výkon: 29,2 μW .

*Za správný postup výpočtu včetně numerického výsledku 1,00 bodu.
V případě numerické chyby strhnout 0,50 bodu, v případě logické chyby v postupu body neudělit.*

Celkem 1,00 bodu.



2) **Výpočet:** Při rozpadu vznikne hmotnostní defekt:

$$\Delta m = 238,04956 - (234,04095 + 4,00260) = 0,00601 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-27} = 9,98 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

To odpovídá uvolněné energii na jeden atom plutonia:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 9,98 \cdot 10^{-30} \cdot (299\,792\,458)^2 = 8,97 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Aktivita určitého počtu N atomů plutonia je $A = \lambda \cdot N$. Výkon kardiostimulátoru P musí odpovídat energii při štěpení plutonia v kardiostimulátoru:

$$P = \eta \cdot \Delta E \cdot A \rightarrow P = \eta \cdot \Delta E \cdot \lambda \cdot N \rightarrow N = \frac{P}{\eta \cdot \Delta E \cdot \lambda} = \frac{P}{\eta \cdot \Delta E \cdot \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}}$$

$$N = \frac{29,2 \cdot 10^{-6}}{0,65 \cdot 8,97 \cdot 10^{-13} \cdot \frac{\ln 2}{87,7 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}} = 2,00 \cdot 10^{17}$$

To odpovídá hmotnosti Pu:

$$m = M \cdot \frac{N}{N_A} = 238,05 \cdot \frac{2,00 \cdot 10^{17}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 7,90 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

Hmotnost Pu: 79,0 mg (81,1 mg pro zadanou alternativní hodnotu výkonu kardiostimulátoru).

Za správnou hodnotu hmotnostního defektu 0,25 bodu.

Za správný postup výpočtu energie uvolněné na 1 atom Pu 0,25 bodu.

Za správnou energii uvolněnou na 1 atom Pu 0,25 bodu.

Za správný postup výpočtu počtu atomů Pu ve stimulatoru 0,50 bodu.

Za správný počet atomů Pu v kardiostimulátoru 0,25 bodu.

Za správný postup přepočtu na hmotnost 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

3) **Výpočet:** Počet rozpadlých atomů Pu za jednu sekundu (tedy jeho aktivita) je:

$$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \cdot \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{\ln 2}{6,6 \cdot 10^{10} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot \frac{1,000}{244} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 822 \text{ Bq}$$

Počet neutronů uvolněných za 1 s je $Q_n = 1890 \text{ s}^{-1}$. Počet neutronů průměrně uvolněných při jednom samovolném rozpadu je tedy:

$$N_n = \frac{Q_n}{A} = \frac{1890}{822} = 2,30$$



Počet neutronů: 2,30.

Za správný postup výpočtu aktivity Pu 0,25 bodu.

Za správný číselný údaj aktivity Pu 0,25 bodu.

Za správný postup přepočtu na počet uvolněných neutronů 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

Úloha 3 Radioaktivní řady a Avogadrova konstanta

7 bodů

1) Nuklid: ^{206}Pb

Za správný nuklid 0,50 bodu.

2) Počet atomů He vzniklých z 1 atomu Ra: 4.

Výpočet: Při toku α -částic $Q_{\alpha,m} = 3,42 \cdot 10^{10} \text{ g}^{-1} \text{ s}^{-1}$ je pro $m = 192 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ radia počet atomů helia emitovaný za $t = 83 \text{ d}$

$$N_{\text{He}} = 4 \cdot Q_{\alpha,m} \cdot m \cdot t = 4 \cdot 3,42 \cdot 10^{10} \cdot 192 \cdot 10^{-3} \cdot 83 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,88 \cdot 10^{17}$$

Celkem atomů He: $1,88 \cdot 10^{17}$.

Za počet atomů He 0,50 bodu.

Za správný postup výpočtu 0,50 bodu (případnou chybu z předchozí úvahy neřetěžit).

Za numericky správný výsledek 0,50 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

3) **Výpočet:** Látkové množství vzniklého helia se dá vyjádřit jako:

$$n_{\text{He}} = \frac{N_{\text{He}}}{N_A}$$

Totéž látkové množství se dá ale vyjádřit ze stavové rovnice jako:

$$n_{\text{He}} = \frac{pV_{\text{He}}}{RT}$$

Spojením vztahů a vyjádřením máme:

$$\frac{N_{\text{He}}}{N_A} = \frac{pV_{\text{He}}}{RT} \rightarrow N_A = N_{\text{He}} \cdot \frac{RT}{pV_{\text{He}}} = 1,88 \cdot 10^{17} \cdot \frac{8,314 \cdot 273,15}{101\,325 \cdot 6,58 \cdot 10^{-9}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Přibližná hodnota N_A : $6,4 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ($7,1 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ pro zadanou alternativní hodnotu N_{He}).

Za správný postup výpočtu Avogadrovy konstanty 1,50 bodu.

Za numericky správný výsledek včetně správné jednotky 1,00 bodu.

V případě chybějící jednotky 0,50 bodu penalizace.

Celkem 2,50 bodu.



4) Posouzení správnosti tvrzení:

ANO – NE

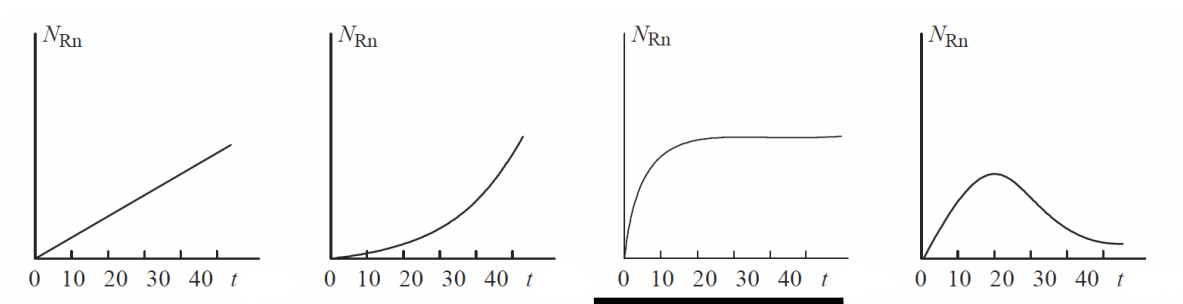
ANO – NE

ANO – NE

Za každou správně vybranou odpověď 0,50 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

5) Výběr grafu (podtrhněte):



Za výběr správného grafu 1,00 bodu.



BIOCHEMIE

12 BODŮ

Úloha 1 Není kyselina jako kyselina

6 bodů

1) **Sacharid:** Glukosa nebo 6-deoxy-6-sulfo-D-glukosa (*stačí uvést jeden termín*)

Vyšší mastná kyselina: Kyselina palmitová

Je glycerol součástí?: ANO

Za sacharid 0,60 bodu.

Za vyšší mastnou kyselinu 0,60 bodu.

Za správnou odpověď u glycerolu 0,60 bodu.

Celkem 1,80 bodu.

2) Posouzení správnosti tvrzení:

ANO – NE

ANO – NE

Za každou správně vybranou odpověď 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

3) **Název látky Y:** Cholesterol.

Za název látky Y 1,00 bodu.

4) **Vliv látky Y na fluiditu:** Cholesterol (látko Y) vede ke snížení fluidity membrány.

Vliv nasycených acylů na fluiditu: Nasycené mastné kyseliny vedou ke snížení fluidity.

Vliv cis-nenasycených acylů na fluiditu: cis-nenasycené mastné kyseliny vedou ke zvýšení fluidity.

Může lipidová dvouvrstva ztuhnout?: ANO

Za vliv látky Y na fluiditu 0,50 bodu.

Za vliv nasycených acylů na fluiditu 0,60 bodu.

Za vliv cis-nenasycených acylů na fluiditu 0,60 bodu.

Za správnou odpověď u ztuhnutí lipidové dvouvrstvy 0,50 bodu.

Celkem 2,20 bodu.



Úloha 2 Pan Žaludek

6 bodů

1) **Název kyseliny:** Kyselina chlorovodíková (HCl)

Za název kyseliny 0,50 bodu.

2) **Výpočet:**

$$\Delta G = 38 \text{ kJ mol}^{-1}$$

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

$$pH_{buňka} = 7,4$$

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

Nejprve si odvodíme hodnotu koncentrace protonů v žaludku $c_{\text{žaludek}}$ pro zadanou volnou energii ΔG a tu následně převedeme na hodnotu pH žaludku.

$$pH = -\log c(H^+)$$

$$c_{buňka} = 10^{-pH_{buňka}}$$

$$\Delta G = R \cdot T \cdot \ln \frac{c_{\text{žaludek}}}{c_{buňka}}$$

$$c_{\text{žaludek}} = c_{buňka} \cdot e^{\frac{\Delta G}{RT}}$$

$$pH_{\text{žaludek}} = -\log c_{\text{žaludek}}$$

$$pH_{\text{žaludek}} = -\log \left(c_{buňka} \cdot e^{\frac{\Delta G}{RT}} \right) = -\log(10^{-pH_{buňka}}) - \log e^{\frac{\Delta G}{RT}} = pH_{buňka} - \frac{\Delta G}{RT} \log e$$

$$pH_{\text{žaludek}} = 7,4 - \frac{3,8 \times 10^4}{8,314 \times 310} \log e = 1,0$$

Nejnižší dosažitelná hodnota pH: 1,0

Za správný postup výpočtu 2,50 bodu.

Za správnou hodnotu nejnižšího dosažitelného pH na dvě platné cifry včetně jednotky (tj. bez jedn.) 0,50 bodu.

Celkem 3,00 bodu.

3) **Výpočet:**

$$pH_{buňka} = 7,4$$

Úloha je založena na jednoduchém vztahu mezi hodnotou pH a koncentrací (aktivitou) protonů.

$$pH = -\log c(H^+)$$



$$c(H^+) = 10^{-pH}$$

$$\frac{c_{\text{žaludek}}}{c_{\text{buňka}}} = \frac{10^{-pH_{\text{žaludek}}}}{10^{-pH_{\text{buňka}}}} = 10^{pH_{\text{buňka}} - pH_{\text{žaludek}}}$$

$$\frac{c_{\text{žaludek}}}{c_{\text{buňka}}} = 10^{7,4 - 2,5} = 10^{4,9} = 7,9 \times 10^4$$

Koncentrace protonů v žaludku je $7,9 \cdot 10^4$ krát vyšší než v cytosolu buněk sliznice.

Za postup výpočtu 0,50 bodu.

Za správnou odpověď na dvě platné cifry včetně jednotky (tj. bez jednotky) 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

4) Termín: Aktivní transport.

0,50 bodu.

5) Energetické zdroje: Nejběžnějšími zdroji jsou například hydrolýza ATP, hydrolýza GTP nebo elektrochemický gradient protonů či sodných kationtů. Méně obvyklými zdroji jsou například absorpce fotonu, hydrolýza difosfátu, dekarboxylace kyselin, či oxidace jiného substrátu.

Za každý jednotlivý zdroj 0,50 bodu. (Při uvedení vícero zdrojů brát v potaz pouze první dva řešitelem uvedené.)

Celkem 1,00 bodu.