



**55. ročník**

**2018/2019**

**TEST ŠKOLNÍHO KOLA**

**Kategorie A**

**ŘEŠENÍ**



# ŘEŠENÍ

## ANORGANICKÁ CHEMIE

**16 BODŮ**

### Úloha 1 Oxokyseliny dusíku

**7,5 bodu**

- 1) **Kyselina A** = kyselina dusičná,  $\text{HNO}_3$   
**Kyselina B** = kyselina dusitá,  $\text{HNO}_2$   
**Kyselina C** = kyselina didusná,  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$  - odpověď kys. dusná neuznávat

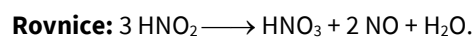
**Síla kyselin:** roste v pořadí **C < B < A**.

*Za identifikaci látek A – C po 0,25 bodu.  
Za srovnání síly 0,25 bodu.  
Celkem 1 bod.*

- 2) **Reakce 1:**  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{HNO}_3$   
**Reakce 2:**  $3 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{NO}$   
**Reakce 3:**  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{HNO}_2$   
**Reakce 4:**  $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2 \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$  (lze uznat i v neiontovém tvaru)  
**Reakce 5:**  $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow 2 \text{NO}_2^- + \text{CO}_2$  (lze uznat i v neiontovém tvaru)  
**Reakce 6:**  $\text{NO}_2^- + \text{HCl} \longrightarrow \text{HNO}_2 + \text{Cl}^-$  (je možné použít i jinou silnou kyselinu)

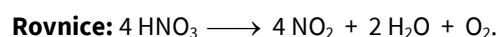
*Za rovnice 1,2,3 a 6 po 0,5 bodu.  
Za rovnice 4 a 5 po 0,75 bodu.  
Celkem 3,5 bodu.*

- 3) **Vysvětlení:** Protože kyselina dusitá je termicky nestálá, rozkládá se.



*Za vysvětlení 0,25 bodu.  
Za rovnici 0,75 bodu.  
Celkem 1 bod.*

- 4) **Zdůvodnění:** Působením světla se pomalu rozkládá.



*Za zdůvodnění 0,25 bodu.  
Za rovnici 0,75 bodu.  
Celkem 1 bod.*



- 5) **Vysvětlení:** V koncentrované kyselině se hřebík pasivuje, zatímco ve zředěné se rozpouští za vzniku dusičnanu železitého.

*Za vysvětlení pasivace a reakce po 0,25 bodu.  
Celkem 0,5 bodu.*

- 6) **Vzorec sloučeniny:**  $\text{HN}_3$

**Název sloučeniny:** azoimid (kys. dusíkovodíková, kys. azidovodíková, azidovodík).

*Za vzorec 0,25 bodu.  
Za libovolný správný název 0,25 bodu.  
Celkem 0,5 bodu*

## Úloha 2 Kjeldahlovo stanovení

**3,5 bodu**

- 1) **Výpočet:**

Výpočet látkového množství NaOH spotřebovaného při titraci:

$$n = c \cdot V = 0,5 \cdot 0,0133 = 0,00665 \text{ mol}$$

Výpočet látkového množství kyseliny sírové:

$$n = \frac{1}{2} n = 0,003325 \text{ mol titrované kyseliny sírové}$$

$$n = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ mol původní kyseliny sírové}$$

$$n = 0,005 - 0,003325 = 0,001675 \text{ mol kyseliny sírové, které zreagovaly s amoniakem}$$

Výpočet látkového množství amoniaku:

$$n = 2 \cdot n = 0,001675 \cdot 2 = 0,00335 \text{ mol ve 20 ml vzorku}$$

$$n = 0,0335 \text{ mol v původním vzorku 200 ml}$$

Počet molů  $\text{NH}_3$  odpovídá látkovému množství dusíku v původním vzorku.

Hmotnost dusíku ve vzorku:

$$m = n \cdot M = 0,0335 \cdot 14 = 0,469 \text{ g}$$

**Obsahu dusíku ve vzorku:** 46,9 %.

*Za jakýkoliv smysluplný výpočet se správným výsledkem 2 body.*

2) **Analyzovaná látka:** Močovina – 46,7 % N.

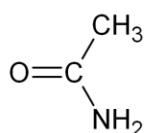
V případě acetamidu a ethylaminu je obsah dusíku nižší (23,7 % a 31,1 %).

*Za určení močoviny 0,25 bodu.*

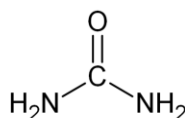
*Za výpočet obsahu dusíku v uvedených látkách 0,5 bodu.*

*Celkem 0,75 bodu.*

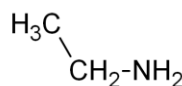
## 3)



Acetamid



Močovina



Ethylamin

*Za každý správný vzorec 0,25 bodu.*

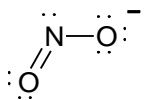
*Celkem 0,75 bodu.*

## Úloha 3

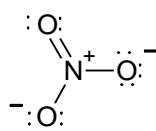
## Symetrie

5 bodů

## 1)



Dusitanový anion



Dusičnanový anion

*Za každý vzorec 0,5 bodu.*

*Celkem 1 bod.*

2) **Grupa symetrie dusitanového aniontu:**  $C_{2v}$ 

**Grupa symetrie dusičnanového aniontu:**  $D_{3h}$

*Za každé určení 1 bod.*

*Celkem 2 body.*

3) **Oxid dusíku:** Oxid dusnatý

**Další částice s obsahem dusíku:** např.: HCN,  $CN^-$ ,  $OCN^-$ ,  $SCN^-$

*Za určení oxidu 0,75 bodu.*

*Za libovolnou další částici 0,75 bodu.*

*Celkem 1,5 bodu.*

4) Identita, ozn. E (případně I).

*Za název 0,25 bodu.  
Za označení 0,25 bodu.  
Celkem 0,5 bodu.*



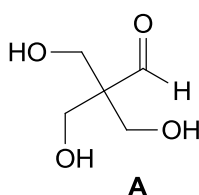
## ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Aldolové reakce

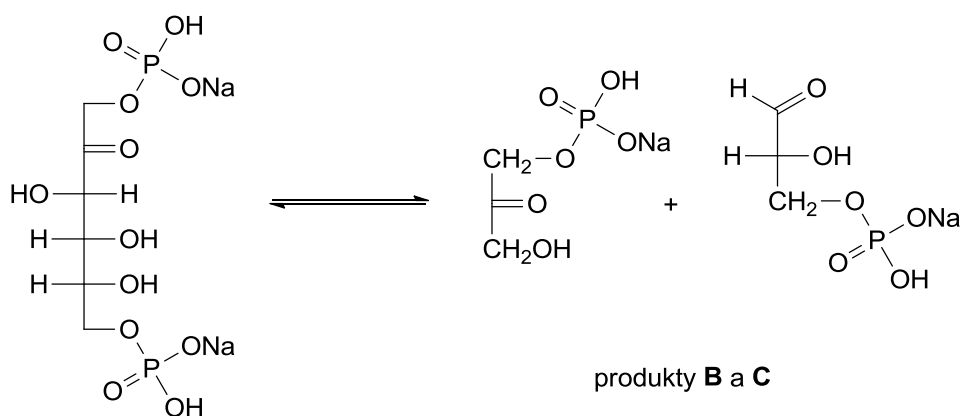
4 bodů

## 1) Struktura produktu A:



Za správný strukturální vzorec produktu A 1 bod.

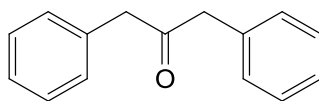
## 2) Dinatrium-fruktosa-1,6-bisfosfát se rozpadá při retroaldolové reakci na natrium-dihydroxyaceton-1-fosfát a natrium-glyceraldehyd-3-fosfát. Strukturální vzorce látek B a C:



Není třeba dbát na konfiguraci stereogenního centra v molekule natrium-glyceraldehydu-3-fosfátu nebo na identitu kationtu.

Za každý strukturální vzorec 1 bod.  
Celkem 2 body.

## 3) Struktura ketonu D:



**D**

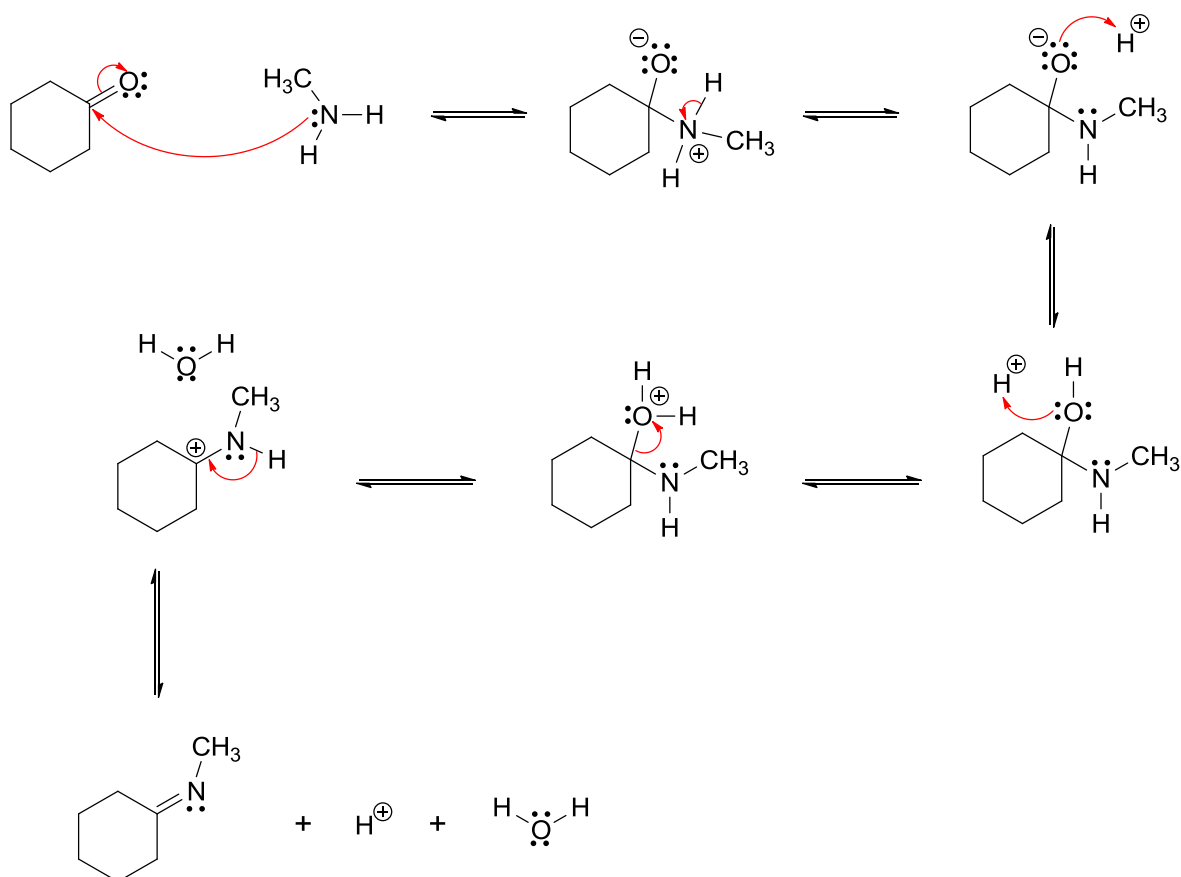
Za správný strukturální vzorec ketonu D 1 bod.



**Úloha 2 Píšeme mechanismy organických reakcí**

**5 bodů**

Doplnění šipek do mechanismu..



Za každou chybějící šipku odečteme 1 bod z celkové bodové dotace 5 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.

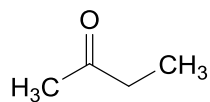


**Úloha 3 Trocha chemie dusíkatých derivátů**

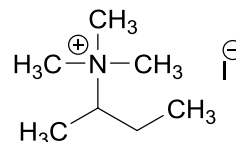
**7 bodů**

Doplněné produkty:

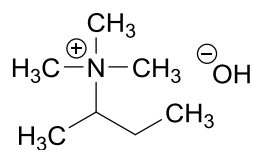
**E:**



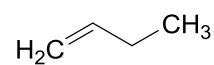
**F:**



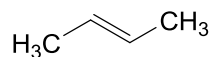
**G:**



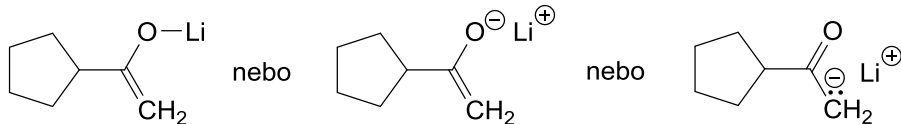
**H:**



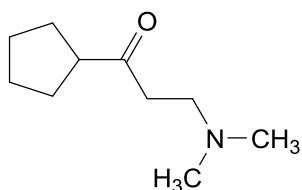
**I:**



**J:**



**K:**



Za každý správný vzorec 1 bod.  
Celkem 7 bodů.





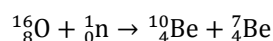
## FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Kosmogenní beryllium

5 bodů

1) Rovnice:



Za správnou rovnici 0,5 bodu.

2) Jádro vzniklé z  ${}^{10}\text{Be}$ :  ${}^{10}\text{B}$ .Jádro vzniklé ze  ${}^7\text{Be}$ :  ${}^7\text{Li}$ .

Za každý nuklid 0,25 bodu.

Celkem 0,5 bodu.

3) **Výpočet:** Rychlost tvorby beryllia odpovídá jeho aktivitě, tedy při rychlosti produkce  $Q$  je aktivita v jednotce objemu  $A_V$ 

$$A_V = Q \cdot \frac{S}{V} = 0,036 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1} \cdot \frac{510 \cdot 10^6 \cdot 10^{10} \text{ cm}^2}{1,4 \cdot 10^{18} \text{ m}^3} = 0,131 \text{ Bq m}^{-3}$$

Aktivita:  $0,131 \text{ Bq m}^{-3}$ 

Za správný postup výpočtu 1,5 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

V případě nesprávných jednotek nebo převodů neudělovat za numerický výsledek žádné body.

Celkem 2 body.

4) **Výpočet:** Přepočtením aktivity v ledovci na jednotku  $\text{Bq m}^{-3}$  (tj. stejnou, jakou má kapalná voda), obdržíme  $A_V(t) = 0,0184/60 = 3,07 \cdot 10^{-4} \text{ Bq m}^{-3}$ . Potom tedy úpravou rozpadového zákona:

$$A_V(t) = A_V(0) \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \frac{A_V(t)}{A_V(0)}}{-\frac{\ln 2}{\tau_{1/2}}} = \frac{\ln \frac{3,07 \cdot 10^{-4} \text{ Bq m}^{-3}}{0,131 \text{ Bq m}^{-3}}}{-\frac{\ln 2}{1,39 \cdot 10^6 \text{ y}}} = 12,1 \cdot 10^6 \text{ y}$$

Stáří ledovce:  $12,1 \cdot 10^6 \text{ y}$  ( $11,6 \cdot 10^6 \text{ y}$  pro zadanou alternativní hodnotu rovnovážné aktivity).

Za správný přepočet aktivity vody v ledovci 0,5 bodu.

Za správný postup výpočtu času 1 bod.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem 2 body.



## Úloha 2 Radioterapie při léčbě rakoviny

8 bodů

### 1) Výpočet:

$$n_{\text{Na}_2\text{B}_{12}\text{H}_{11}\text{SH}} = \frac{m}{M} = \frac{200 \cdot 10^{-3} \text{g}}{220 \text{g mol}^{-1}} = 9,09 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{^{10}\text{B}} = x_{^{10}\text{B}} \cdot \nu_{\text{B}} \cdot n_{\text{Na}_2\text{B}_{12}\text{H}_{11}\text{SH}} = 0,199 \cdot 12 \cdot 9,09 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N_{^{10}\text{B}} = n_{^{10}\text{B}} \cdot N_A = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol} = 1,31 \cdot 10^{21}$$

**Počet atomů:**  $1,31 \cdot 10^{21}$ .

*Za správný postup výpočtu počtu atomů 1,5 bodu (0,25 bodu za každý správný dílčí krok).*

*Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.*

*Celkem 2 body.*

- 2) **Výpočet:** Předpokládáme, že 1 neutron vyprodukuje 1  $\gamma$ -foton, který ničí buňky. Ze zákona zachování energie je celková energie, kterou je třeba dodat buňce ( $E_{\rightarrow}$ ), rovna energii, která je buňce dodána ( $E_{\leftarrow}$ ). Označme  $D$  nutnou dávku pro destrukci nádoru o hmotnosti  $m$ , přičemž chceme zničit jeho část  $w$ . To provádíme tokem neutronů  $Q_n$  do nádoru o ploše  $S$ , po dobu  $t$  s účinností záchytu  $\eta$  a energií  $\gamma$ -fotonu  $E_{\gamma}$ .

$$E_{\rightarrow} = D \cdot w \cdot m$$

$$E_{\leftarrow} = Q_n \cdot S \cdot t \cdot \eta \cdot E_{\gamma}$$

$$D \cdot w \cdot m = Q_n \cdot S \cdot t \cdot \eta \cdot E_{\gamma} \rightarrow t = \frac{D \cdot w \cdot m}{Q_n \cdot S \cdot \eta \cdot E_{\gamma}}$$

$$t = \frac{1 \text{ J kg}^{-1} \cdot 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{0,6 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \cdot 2 \text{ cm}^2 \cdot 0,5 \cdot 2,31 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 18 \text{ s}$$

**Doba ozařování:** 18 s.

*Za každé vyjádření energie 0,5 bodu.*

*Za vyjádření času 1 bod.*

*Za numericky správný výsledek 1 bod.*

*Celkem 3 body.*

- 3) **Výpočet:** Elektrický proud v protonovém paprsku odpovídá toku protonů:

$$Q_p = \frac{I_p}{q_p} = \frac{0,50 \cdot 10^{-9} \text{ A}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 3,12 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$$

Energie nutná k zabití buněk nádoru je 500 keV na 1 ng nádoru, tedy, vztaženo na 1 g nádoru je to  $E_{\text{kill}} = 500 \cdot 10^9 \text{ keV g}^{-1}$ . Energetická bilance je:

$$E_{\text{kill}} \cdot m \cdot w = \eta_{\text{záchyt}} \cdot Q_p \cdot E_p \cdot t \rightarrow t = \frac{E_{\text{kill}} \cdot m \cdot w}{\eta_{\text{záchyt}} \cdot Q_p \cdot E_p}$$

$$t = \frac{500 \cdot 10^9 \text{ keV g}^{-1} \cdot 20 \text{ g} \cdot 0,20}{0,1 \cdot 3,121 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1} \cdot 180 \text{ keV}} = 36 \text{ s}$$



Doba ozařování: 36 s.

Za postup výpočtu toku protonů 0,5 bodu.  
 Za výpočet energie k zabítí nádoru 0,5 bodu.  
 Za energetickou bilanci 0,5 bodu.  
 Za vyjádření času 0,5 bodu.  
 Za numericky správný výsledek 1 bod.  
 Celkem 3 body.

### Úloha 3 Radiochemická titrace

3 body

1) **Výpočet+výsledek:** Koncentraci určíme ze známého vztahu:

$$c = \frac{n}{V_{\text{total}}} = \frac{m}{M \cdot V_{\text{total}}} = \frac{V \cdot \rho \cdot w}{M \cdot V_{\text{total}}} = \frac{10 \text{ cm}^3 \cdot 1,013 \text{ g cm}^{-3} \cdot 1,677 \cdot 10^{-2}}{169,87 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ dm}^3} = 0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$$

Body udělovat pouze za zcela správný výsledek.  
 Celkem 0,75 bodu.

2) **Vysvětlení:** Vzhledem k tomu, že sulfidy jsou méně rozpustné než jodidy, tak se titrují odměrným roztokem  $\text{Ag}^+$  dříve. Tzn., v první části křivky dochází ke srážení sulfidů, proto aktivita radiojodu zůstává konstantní. Jakmile dojde k vysrážení veškerých sulfidů, začnou se z mateřského roztoku srážet i jodidy a proto jejich aktivita v mateřském roztoku postupně klesá, dokud nejsou všechny vysráženy.

Za smysluplné vysvětlení založené na různé rozpustnosti sulfidu a jodidu stříbrného 0,75 bodu.

3) **Výpočty:** První bod ekvivalence odpovídá spotřebě na titraci sulfidů (tj. 11,60 ml), rozdíl prvního a druhého pak spotřebě na titraci jodidů (tj. 6,32 ml). Z těchto spotřeb jsou obsahy sulfidů a jodidů:

$$n_{\text{S}^{2-}} = \frac{1}{2} n_{\text{Ag}^+} \rightarrow m_{\text{S}^{2-}} = \frac{1}{2} \cdot M_{\text{S}^{2-}} \cdot c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}$$

$$m_{\text{S}^{2-}} = \frac{1}{2} \cdot 32,07 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,0100 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 11,60 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1,86 \text{ mg}$$

$$n_{\text{I}^-} = n_{\text{Ag}^+} \rightarrow m_{\text{I}^-} = M_{\text{I}^-} \cdot c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}$$

$$m_{\text{I}^-} = 126,90 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,0100 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 6,32 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 8,02 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,02 \text{ mg}$$

Hmotnostní zlomky pak jsou:

$$w_{\text{S}^{2-}} = \frac{m_{\text{S}^{2-}}}{m_{\text{vzorek}}} = \frac{1,86 \text{ mg}}{376 \text{ mg}} = 0,495 \%$$

$$w_{\text{I}^-} = \frac{m_{\text{I}^-}}{m_{\text{vzorek}}} = \frac{8,02 \text{ mg}}{376 \text{ mg}} = 2,13 \%$$

**Hmotnostní zlomek  $\text{S}^{2-}$ :** 0,495 %.

**Hmotnostní zlomek  $\text{I}^-$ :** 2,13 %.

Za správný postup výpočtu každé hmotnosti 0,5 bodu. Maximálně za postupy výpočtů 1 bod.  
 Za numericky správné hodnoty každého hmotnostního zlomku 0,25 bodu. Maximálně 0,5 bodu.  
 Celkem 1,5 bodu.

**BIOCHEMIE****12 BODŮ****Úloha 1 Nejen lipidy****7 bodů**

1)

<b>Vnitřní list: G</b>	<b>Vnější list: F</b>
<b>Transmembránová integrální bílkovina: B</b>	<b>Transmembránový kanál: D</b>
<b>Periferní bílkovina vázaná elektrostaticky: E</b>	<b>Periferní bílkovina s lipidovou kotvou: C</b>
<b>Periferní bílkovina s oligopeptidovou kotvou: A</b>	

Lze uznat i „Transmembránová integrální bílkovina: D“, pak ale nelze přiřadit písmeno B k žádnému pojmu. Použití stejného písmena vícekrát nebo použití více písmen u jednoho pojmu se považuje za chybnou odpověď.

*Za každé správně přiřazené písmeno 0,5 bodu.  
Celkem 3,5 bodu.*

2)

<b>Tvrzení</b>	<b>Pravdivost</b>
Transmembránové bílkoviny mají na svém povrchu vystaveném vodě polární aminokyseliny a na svém povrchu uvnitř lipidové dvouvrstvy nepolární aminokyseliny.	ANO
Laterální pohyb molekuly lipidu v rámci jednoho listu lipidové dvouvrstvy je snadný ve srovnání s pohybem molekuly lipidu z jednoho listu do druhého.	ANO
Enzymy flipasy (též flip-flopasy) zajišťují, aby oba listy lipidové dvouvrstvy rostly rovnoměrně.	ANO
Procentuální zastoupení jednotlivých typů polárních lipidů ve vnitřním a vnějším listu se obvykle liší.	ANO
Procentuální zastoupení jednotlivých typů polárních lipidů v různých typech buněk se obvykle liší.	ANO
Transmembránové kanály zajišťují usnadněný transport.	ANO

--

Transmembránové segmenty bílkovin obsahují řetězce, které jsou obvykle uspořádány do sekundární struktury zvané „neurčitý list“ (tzv. $\psi$ -list).	NE
--	----

*Za každou správnou odpověď 0,5 bodu.  
 Za chybnou odpověď odečíst 0,5 bodu.  
 Pole bez vyznačení odpovědi se nebudují.  
 Celkem 3,5 bodu.*

## Úloha 2 IDSPISPOPD

## 5 bodů

- 1) **Vysvětlení:** Název úlohy je klávesový kód, který umožňuje procházení zdmi v počítačové hře Doom. Jedná se tedy o jakýsi odkaz na usnadněný transport, podobný tomu v úvodu úlohy.

*Za vysvětlení 0,1 bodu.*

- 2) **Označení molekul:** Přenašeče nebo transportéry (*stačí jeden z uvedených termínů*).

**Vysvětlení pojmu „specifické“:** Jako specifitu označujeme vlastnost přenašečů vybírat pro transport jen určité molekuly či typy molekul.

*Za označení molekul 0,5 bodu.  
 Za vysvětlení pojmu „specifické“ 0,5 bodu.  
 Celkem 1 bod.*

- 3) **Vysvětlení:** Ionofory jsou přenašeče iontů, které umožňují přechod určitých iontů přes membránu.

*Za vysvětlení 0,6 bodu.*

- 4) **Uniport:** Uniport je transportní proces, při němž je přenašečem přenášena právě jedna transportovaná molekula nebo ion.

**Symport:** Symport označuje transportní proces, při němž je přes membránu stejným směrem přenášeno více molekul nebo iontů současně.

**Antiport:** Antiport je transportní proces, kdy dochází k přenosu více molekul nebo iontů současně, ale molekuly/ionty putují opačným směrem, tzn. alespoň jedna ven a jedna dovnitř.

*Za uniport 0,3 bodu.  
 Za symport 0,4 bodu.  
 Za antiport 0,4 bodu.  
 Celkem 1,1 bodu.*

- 5) **Vysvětlení:** Hyperbolický charakter je způsoben tím, že k dispozici je jen omezené množství přenašečů. S rostoucí koncentrací  $c$  dochází postupně k nasycování transportní kapacity, až při vysoké koncentraci  $c$  jsou téměř všechny přenašeče využity. Proto další zvyšování koncentrace  $c$  nemá na rychlost usnadněného transportu prakticky žádný vliv.

*Za vysvětlení 2,2 bodu.*