

1. Parašutista

Parašutista z bezpečnostných dôvodov nosí okrem plnohodnotného padáka aj náhradný, ktorý sa použije v prípade zlyhania plnohodnotného padáka. Náhradný padák dokáže parašutistu spomaľovať so zrýchlením 10 m/s^2 , až kým jeho rýchlosť nedosiahne bezpečnú hranicu, ktorá je 4 m/s . Parašutista potrebuje 5 sekúnd na to, aby zistil, že plnohodnotný padák nefunguje a ďalšie 3 sekundy na to, aby sa mu rozprestrel náhradný padák. Aká je minimálna výška, z ktorej musí skákať, aby mu náhradný padák pomohol? Pri riešení úlohy zanedbajte odpor vzduchu.

Vzorové riešenie.

Najskôr si rozdelíme pád parašutistu na tri fázy. V prvej fáze bude padať voľným pádom a zrýchľovať. V druhej fáze bude mať rozprestretý náhradný padák a bude spomaľovať, kým nedosiahne bezpečnú rýchlosť. V tretej fáze poletí bezpečnou rýchlosťou ďalej.

Prvé dve fázy sú pre pád parašutistu kritické a je dôležité, aby sa odohrali pred jeho dopadom na zem, inak to s ním neskončí dobre. Minimálna výška zoskoku je preto daná súčtom vzdialeností, ktoré preletí počas týchto dvoch fáz.

Pozrime sa najskôr detailnejšie na prvú fázu. Jednoduchou úvahou zistíme, že bude trvať 8 sekúnd. Z toho 5 sekúnd sa bude snažiť parašutista otvoriť plnohodnotný padák a ďalšie tri sekundy bude otvárať náhradný padák. Počas týchto ôsmich sekúnd nadobudne parašutista rýchlosť

$$v_1 = gt_1,$$

kde t_1 je čas trvania prvej fázy, čiže osem sekúnd. Za tento čas preletí parašutista vzdialenosť

$$s_1 = \frac{1}{2}gt_1^2.$$

Počas druhej fázy bude parašutista spomaľovať z rýchlosti v_1 na rýchlosť v_2 , ktorá je 4 m/s . Toto spomaľovanie mu bude trvať

$$t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a},$$

kde a je spomaľovanie parašutistu s náhradným padákom. Počas tohto času prejde dráhu

$$s_2 = v_1t_2 - \frac{1}{2}at_2^2.$$

Mínus v poslednej rovnici vzniklo preto, lebo parašutista spomaľuje. Ak by sme v tejto rovnici ponechali kladné znamienko, museli by sme pri vkladaní číselných hodnôt dosadiť záporné zrýchlenie a .

Výsledná hľadaná dráha je jednoduchým súčtom dráh preletených v prvej a druhej fáze. Po dosadení všetkých vzorcov dostávame

$$\begin{aligned} s &= s_1 + s_2 \\ &= \frac{1}{2}gt_1^2 + v_1t_2 - \frac{1}{2}at_2^2 \\ &= \frac{1}{2}gt_1^2 + gt_1 \frac{gt_1 - v_2}{a} - \frac{1}{2}a \left(\frac{gt_1 - v_2}{a} \right)^2 \end{aligned}$$

Teraz už len stačí dosadiť číselné hodnoty $t_1=8\text{s}$, $g=a=10\text{m/s}^2$, $v_2=4\text{m/s}$ a dostaneme hľadaný výsledok $s \cong 320 + 608 - 289 = 639\text{m}$.

2. Planéty

Okolo neznámej hviezdy obiehajú po kruhových dráhach tri planéty. Kontrola na mieste preukázala, že na dvoch z troch planét trvá jedno ročné obdobie (jar/leto/jeseň/zima) práve toľko, ako trvá celý rok na inej planéte. Žiadne dve planéty neobiehajú rovnako ďaleko od hviezdy. Koľkokrát je najvzdialenejšia planéta od hviezdy ďalej ako najbližšia planéta?

Vzorové riešenie

Označme periódy obehu planét okolo hviezdy T_1 , T_2 a T_3 , pričom nižšie číslo označuje planétu bližšie k hviezde, ktorá má logicky kratšiu dobu obehu. Ak žiadne dve planéty neobiehajú rovnako ďaleko od hviezdy, musí platiť

$$T_1 < T_2 < T_3.$$

Podmienke úlohy týkajúcej sa trvania obehu jednotlivých planét a ich vzájomných pomerov vyhovuje jediná kombinácia

$$T_2 = 4T_1$$

$$T_3 = 4T_2$$

a z nej vyplývajúca rovnica

$$T_3 = 16T_1.$$

Použitím Keplerovho zákona

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3$$

a dosadením vyššie uvedených hodnôt dostávame

$$\left(\frac{a_3}{a_1}\right)^3 = \left(\frac{T_3}{T_1}\right)^2$$

$$\left(\frac{a_3}{a_1}\right)^3 = 16^2.$$

$$a_3 \cong 6.35a_1$$

Najvzdialenejšia planéta teda obieha 6,35 krát ďalej od hviezdy ako najbližšia planéta.

3. Výroba hydroxidu sodného

Hydroxid sodný je jednou z najčastejšie používaných chemických zlúčenín. Má široké využitie ako v chemickom, potravinárskom tak aj v drevárskom priemysle.

Pomocou nasledujúcich chemikálií nasimulujte prípravu roztoku NaOH.

Chemikálie:

Na_2CO_3 (s), $m=1\text{g}$,

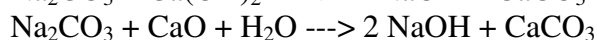
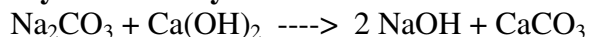
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (s), $m=1,1\text{g}$

CaO (s), $m=1,8\text{g}$

HCl ($c=0,1\text{mol/dm}^3$), $V=100\text{ml}$

destilovaná voda, fenolftaleín, metyloranž

- a.) **Napište úplné a stechiometricky vyrovnané rovnice všetkých možných reakcií na výrobu NaOH z vyššie uvedených zlúčenín.**



- b.) **Pomenujte produkty vašich reakcií a uveďte ich skupenstvo.**

Hydroxid sodný (aq) – vodný roztok, uhličitan vápenatý (s) – pevný

- c.) **Vypočítajte aké teoretické množstvá NaOH pripravíte vašimi chem.reakciami.**

$$n = m/M$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)/n(\text{NaOH}) = 1/2$$

$$m(\text{NaOH}) = 2 \cdot m(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{NaOH})/M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,755\text{g}$$

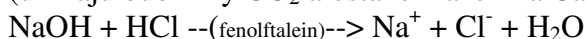
- d.) **Ako by ste oddelili od seba vzniknuté produkty?**

CaCO_3 – filtráciou z roztoku produktov, NaOH – ostane vo filtráte t.j. v roztoku

- e.) **Navrhните a napíšte reakcie, ktorými by ste prostredníctvom vyššie uvedených chemikálií dokázali prítomnosť produktov a ich množstvo.**



(unikajú bublinky CO_2 a ostane zrazenina CaCl_2)



(zmena sfarbenia roztoku, neutralizácia, zmena pH)

- f.) **Na neutralizáciu vami vyrobeného roztoku NaOH sa použilo 16 cm³ HCl s $c=0,1\text{mol/dm}^3$.**

Vypočítajte aké množstvo NaOH sa nachádzalo v roztoku.

$$n = c \cdot V, \quad n = m/M, \quad n(\text{HCl})/n(\text{NaOH}) = 1/1$$

$$m(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,064\text{g}$$

- g.) **Existuje rozdiel medzi teoreticky vypočítaným množstvom NaOH a množstvom určeným neutralizáciou? Ak áno, napíšte možné zdroje vzniku strát produktov.**

ÁNO. Napr. nečistota reaktantov, nedostatočne oddelenie produktov, nezreagované množstvo reaktantov, vedľajšie produkty reakcii, atď.

4. Fotosyntéza

Jednou z reakcií, ktorá umožňuje zachovať existenciu aeróbných organizmov vrátane človeka na Zemi je fotosyntéza.

Chemické tabuľky:

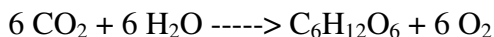
$$M(\text{C}) = 12,011$$

$$M(\text{O}) = 15,999$$

$$M(\text{H}) = 1,008$$

$$\text{hustota}(\text{CO}_2) = 0,001 \text{ g/cm}^3$$

a.) Vypočítajte aké množstvo cukrov a kyslíku vznikne, ak zelené časti stromu spracujú 224 dm³ oxidu uhličitého.



$$n = c \cdot V, n = m/M, m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{CO}_2) = \rho(\text{CO}_2) \cdot V(\text{CO}_2) = 224 \text{ g}$$

$$n(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) = 224 \text{ g} / 44,009 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5,089 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2)/n(\text{cukor}) = 6/1$$

$$m(\text{cukor}) = n(\text{CO}_2)/6 \cdot M(\text{cukor})$$

$$M(\text{cukor}) = 180,096 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{cukor}) = 152,751 \text{ g}$$

$$n(\text{CO}_2)/n(\text{O}_2) = 6/6$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 5,089 \text{ mol} \cdot 31,998 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 162,838 \text{ g}$$

b.) Pomenujte cukor, ktorý vzniká ako produkt fotosyntézy.

Glukóza

c.) Ktoré z nasledujúcich činidiel by ste použili na dôkaz cukru vzniknutého fotosyntézou a ktorú jeho vlastnosť by ste ním dokázali?

Činidla: Tollensovo činidlo (AgNO₃, NaOH, NH₄OH), Lugolovo činidlo (roztok KI+I), Molischovo činidlo (1-naftol v etanole), Fehlingov roztok (CuSO₄, NaOH, vinan draselny), Nitrochrómová reakcia (zmes HNO₃ a K₂CrO₄), konc.H₂SO₄ (antrónovo činidlo)

Napr.

Glukóza: vlastnosti napr. redukujúci sa sacharid, monosacharid, obsahuje OH a =O skupinu

Glukóza + Tollens.činidlo = strieborné zrkadlo – dôkaz, redukujúci sa cukor

Glukóza + konc.H₂SO₄ = zuhoľnatenie cukru

Glukóza + Fehling.roztok = zmena sfarbenia z modrej na červenú - dôkaz redukujúci sa cukor

5. Osmoregulácia a exkrécia

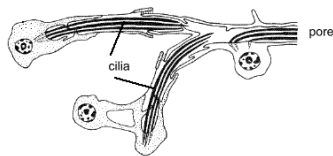
Živočíchy – od tých najjednoduchších až po tie najzložitejšie prijímajú do organizmu látky z okolitého prostredia. Pre organizmus je nevyhnutné aby zachovával svoju vnútornú rovnováhu - homeostázu v rozmedzí, ktoré je optimálne pre jeho správne fungovanie a prežitie.

A. Fylogénéza vylučovacích sústav

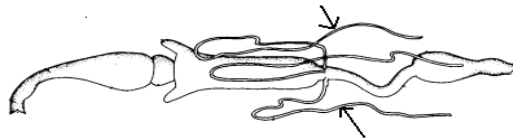
V živočíšnej ríši sa vyvinuli viaceré typy vylučovania odpadových látok. Hoci sa vylučovacie sústavy na prvý pohľad líšia, majú niektoré vlastnosti spoločné: väčšinou sa jedná o sústavu trubíc cez ktoré sú odpadové resp. nepotrebné látky vylučované. Súčasťou vylučovacích procesov je filtrácia cez selektívne priepustné membrány, selektívna reabsorpcia látok (t.j. spätné vychytávanie niektorých prefiltrovaných látok) a sekrécia niektorých látok do trubíc (t.j. látky pridávané do moču mimo filtrácie) a konečné vylúčenie moču.

A1. Na obrázku 1 máte znázornené rôzne typy vylučovacích sústav. Priradte k obrázkom názvy vylučovacích sústav a druh, u ktorého sa daný typ vylučovacej sústavy nachádza. Do tabuľky doplňte príslušné písmeno abecedy a rímske číslice (jeden typ sústavy a jeden živočích je navyše).

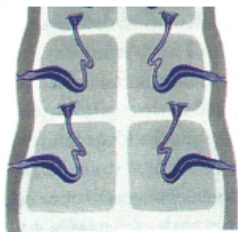
Obr. 1



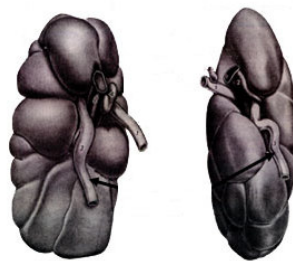
1.



2.



3.



4.

Typ vylučovacej sústavy:

- A. Malpighiho trubice
- B. metanefrídie
- C. prvoobličky
- D. obličky
- E. protonefrídie

Druhy zvierat:

- I. krava
- II. dážd'ovka
- III. kobyľka
- IV. ploskulica
- V. žralok

obrázok	1.	2.	3.	4.
vylučovacia sústava (A-E)	E	A	B	D
zvierat (I-V)	IV	III	II	I

A2. Ktorá z týchto sústav sa nazýva aj plamienková?

protonefrídie _____

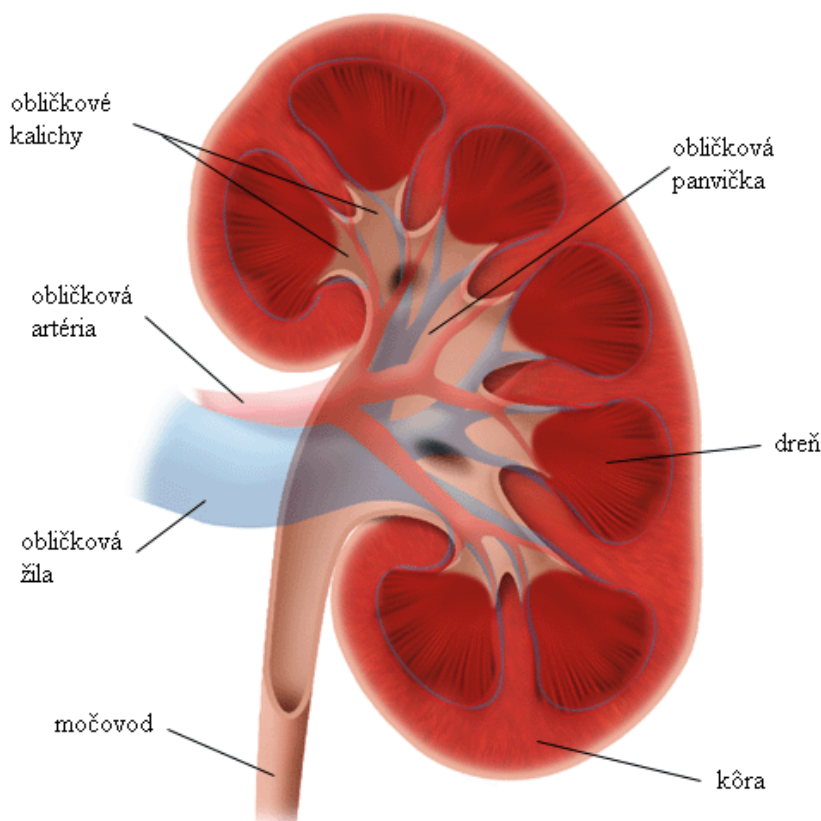
Prečo?

pretože pohyb bičíka buniek pripomína mihotajúci sa plameň _____

B. Funkcie obličiek a nefrónov

Obličky sú vylučovací orgán u väčšiny stavovcov, aj keď sa morfológicky môžu líšiť. Môžu mať tvar fazule, resp. bôbu (človek, ošípaná), u niektorých druhov sú obličky laločnaté, alebo tvorené smostatnými laôčkami. Oblička sa skladá z vonkajšej vrstvy – kôry a vnútornej vrstvy – drene (obr. 2).

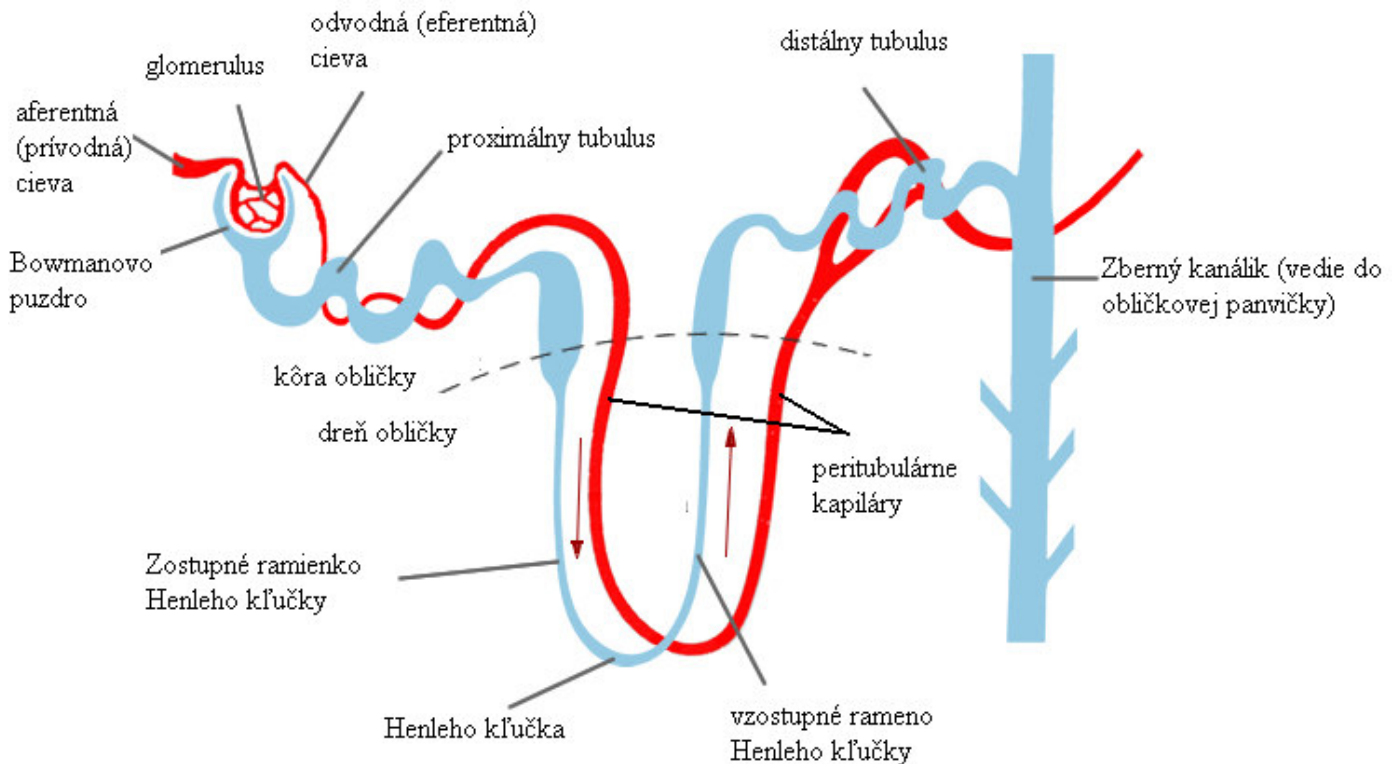
Základnou funkčnou jednotkou je nefrón okolo ktorého sú usporiadané peritubulárne kapiláry. Nefrón pozostáva z viacerých častí (obr. 3). V kôre obličky sa nachádzajú glomeruly. Glomerulus pozostáva z kĺbka ciev obklopeného Bowmanovým vačkom. V glomerule sa tlakom krvi filtruje prívádzaná krv. Prívodná cieva má asi 4x väčší prievit ako odvodná. Do Bowmanovho vačku je filtrovaný primárny filtrát, ktorého je veľmi veľa oproti množstvu konečne vylúčeného moču. Za glomerulom nasleduje proximálny tubulus, v ktorom sa spätne vstrebávajú látky ako glukóza, aminokyseliny alebo časť iónov (HCO_3^- , draslík, Na, Cl). Za proximálnym tubulom sa v kôre nachádza zostupné rameno Henleho kľučky, Henleho kľučka, vzostupné rameno Henleho kľučky, distálny tubulus a zberný kanálik. Henleho kľučky tzv. juxtaglomerulárnych nefrónov zasahujú hlboko do drene obličky na rozdiel od kortikálnych nefrónov, ktorých Henleho kľučky sa nachádzajú len v kôre obličky. Osmotické pomery sa menia od kôry smerom do vnútra drene – osmolarita v tomto smere neustále stúpa – kým v kôre obličiek je to približne 300 mosm/l, vo vnútornej zóne kôry je to až 1200 mosm/l. Toto zložité usporiadanie nefrónu umožňuje suchozemským živočíchom efektívne hospodáriť s vodou.



Obr. 2: Anatómia obličky

B1: Obličky sú obalené tukom. Tento tuk má 2 funkcie. Napíšte aké:

1. **mechanická – drží obličky na mieste, chráni ich pred nárazmi** _____
2. **tepelno-izolačná** _____



Obr. 3: Schématické znázornenie nefrónu (môžete si doňho aj kresliť ©)

B2: Aký dôsledok na filtráciu krvi bude mať pokles tlaku krvi v prívodnej cievke, ak predpokladáme, že prievit odvodnej cievky sa nezmení? (Reálne je prietok krvi obličkami udržiavaný na relatívne konštantnej úrovni rôznymi regulačnými mechanizmami).

- a. filtrácia stúpne
- b. filtrácia poklesne**
- c. filtrácia ostane na rovnakej úrovni

B3: V ktorej časti nefrónu (nerátame odvodný kanálik) bude najvyššia osmolalita filtrátu?

- a. proximálny tubulus
- b. zosťupné ramienko Henleho kľučky
- c. Henleho kľučka**
- d. vzostupné ramienko Henleho kľučky
- e. distálny tubulus

Berieme do úvahy juxtaglomerulárny nefrón. Ďalej myslite na to, že oblička je osmoticky stratifikovaná. Filtrát opúšťajúci proximálny tubulus je izoosmotický. Zosťupné rameno Henleho kľučky je priepustné pre vodu, ktorá ho vďaka osmóze opúšťa. Naopak, vzostupné rameno Henleho kľučky je pre vodu nepriepustné a NaCl pasívne opúšťa tenkú časť vzostupného kanálíka kým v hornej časti je aktívne prečerpávané. NaCl následne po koncentračnom gradiente môže vstupovať do zosťupného ramienka Henleho kľučky.

B4: Ktorá z nasledujúcich látok sa u zdravého človeka za normálnych okolností vyskytuje v primárnom moči a nevyskytuje sa v konečnom moči?

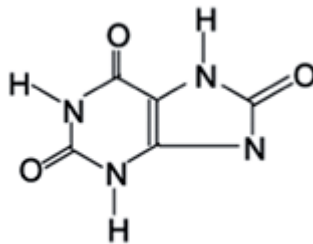
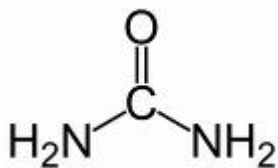
- fosfáty
- chlór
- sírany
- glukóza**
- červené krvinky
- bielkoviny

C. Vylučovanie dusíkatých metabolitov.

Počas evolúcie sa u živočíchov vyvinuli tri spôsoby ktorými z organizmu vylučujú dusíkaté látky. Niektoré živočíchy vylučujú amoniak (amonotelné živočíchy), niektoré kyselinu močovú (urikotelné živočíchy) a tretí typ je vylučovanie močoviny (ureotelné živočíchy).

Amoniak je veľmi toxická látka, vo vode veľmi dobre rozpustná látka, ktorá musí byť v tele riedená na veľmi nízku koncentráciu, alebo urýchlene premenená na inú látku a tak detoxikovaná. Molekuly amoniaku ľahko prechádzajú cez bunkovú membránu a sú jednoducho odstraňované difúziou. Amoniak spolu s CO_2 za spotreby ATP je u niektorých živočíchov v pečeni premenený na močovinu v tzv. ureogénnom cykle. Táto látka je omnoho menej toxická ako amoniak a na jej vylučovanie je potrebné omnoho menej vody ako na vylučovanie amoniaku. Ďalším produktom v rade je kyselina močová. Je to málo toxická látka, slabo rozpustná vo vode, preto býva vylučovaná vo forme polotekutých látok. Nevýhodou vylučovania tejto látky je, že jej výroba je energeticky omnoho náročnejšia než výroba močoviny.

C1: Prirad'te dole uvedené vzorce amoniaku, kyseline močovej a močovine.



a. močovina _____

b. kys. močová _____

c. amoniak _____

C2: Určite pravdivosť (P) a nepravdivosť (N) nasledujúcich tvrdení:

- amoniak je vylučovaný predovšetkým suchozemskými živočíchmi, pretože jeho produkcia je energeticky najmenej náročná (N)
- amoniak je vylučovaný predovšetkým vodnými živočíchmi, pretože majú k dispozícii dostatok vody na jeho vylučovanie (P)
- ryby nemôžu vylučovať močovinu, keďže nemajú pečeň a ureogénny cyklus nemôže prebiehať (N)
- keďže kyselina močová je slabo rozpustná vo vode pre živočíchy je nevýhodné vylučovať ju s veľkým množstvom vody (P)