

Celoštátne kolo IJSO 2015

Teoretické úlohy z chémie, fyziky a biológie

Meno:

Obsah

1 Úlohy z chémie	2
1.1 Úvodná... (2+2 body)	2
1.2 Termochemická (4 body)	2
1.3 S návodom ide všetko dobre (5 bodov)	2
1.4 Tajomná soľ (6 bodov)	3
1.5 Haf! (5 bodov)	3
2 Úlohy z fyziky - Teplovzdušný balón (21 bodov)	4
3 Úlohy z biológie	6
3.1 Anatómia cibule (11 bodov)	6
3.2 Taká normálna rodinka (8 bodov)	8
3.3 Obehové sústavy (4 bodov)	9
3.4 DNA (2 body)	9

1 Úlohy z chémie

1.1 Úvodná... (2+2 body)

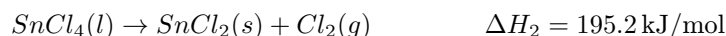
- a) Vypočítajte objem V_{HNO_3} 50%-ného roztoku kyseliny dusičnej a objem vody V_{H_2O} , ktoré treba pridať, aby sme pripravili 500cm^3 30%-ného roztoku kyseliny dusičnej.

Sú známe hodnoty hustôt: $\rho_{50\%} = 1.31\text{g/cm}^3$, $\rho_{30\%} = 1.18\text{g/cm}^3$, $\rho_{H_2O} = 1.00\text{g/cm}^3$

- b) Kyselina dusičná spolu s kyselinou chlorovodíkovou vytvárajú zmes koncentrovaných vodných roztokov v objemovom pomere 1:3. Ide o známe silné oxidačné činidlo, ktoré reaguje s väčšinou kovov. Napíšte názov danej zmesi a priebeh reakcie kyseliny dusičnej s kyselinou chlorovodíkovou.

1.2 Termochemická (4 body)

Sú dané termochemické rovnice a im príslušné zmeny entalpie:



Zistite výsledné reakčné teplo ΔH^* (tepelný efekt) reakcie použitím termochemických zákonov. O aký typ chemickej reakcie ide z hľadiska jej tepelného efektu?

1.3 S návodom ide všetko dobre (5 bodov)

Vedúci laboratória Kubovi nakázal, aby do reakčnej sústavy pridal určité množstvo atómov fosforu. Odporučil mu $m_{oxid} = 578 \text{ g}$ oxidu fosforečného, ktorý má zmiešať s vodou. Keďže Kubo nie je chemik, pozrel sa do návodu ako takéto niečo spraviť.

Vraj sa neodporúča priame miešanie, pretože ide o exotermickú reakciu s prudkým priebehom. Preto je z bezpečnostných dôvodov výhodnejšie použiť namiesto oxidu fosforečného kyselinu trihydrogenfosforečnú.

Kolko gramov tejto kyseliny musí Kubo pridať do vody, aby do nej preniesol rovnako veľa atómov fosforu?

Mólové hmotnosti prvkov: $M(H) = 1.01 \text{ g/mol}$, $M(P) = 30.97 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16.00 \text{ g/mol}$

1.4 Tajomná soľ (6 bodov)

Martina si od mala schovávala vo svojej tajnej prachovnici istú chromitú soľ, ale teraz, ako vyrástla, si už vôbec nepamätá, ktorá z týchto troch to mohla byť:

- I. chlorid hexaakvachromitý
- II. hexahydrát chloristanu chromitého
- III. nonahydrát dusičnanu chromitého

Našťastie, vzišiel jej na um spôsob, akým to zistiť. Vzala $m_X = 1.3$ g soli z prachovnice a rozpustila ju vo vode. Chemickými čarami boli chromité kationy zoxidované na chrómanové anióny, ktoré boli kvantitatívne vyžrážané bárnatou soľou za vzniku chrómanu bárnateho. Po dekantovaní, kvantitatívnej filtrácii a žihaní zrazeniny pri 550°C získala Martina presne $m_{\text{BaCrO}_4} = 0.72$ g čistého chrómanu bárnateho. Rozhodnite, o akú soľ mohlo ísť.

Mólové hmotnosti látok:

$$M(\text{Cr}) = 52.00 \text{ g/mol}, \quad M(\text{BaCrO}_4) = 253.32 \text{ g/mol}, \quad M([\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3) = 266.48 \text{ g/mol}, \\ M(\text{Cr}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 458.44 \text{ g/mol}, \quad M(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 400.15 \text{ g/mol},$$

1.5 Haf! (5 bodov)

Experiment so štekajúcim plynom z reagujúceho sodíka s vodou poznáme asi všetci. Chud(j)ák Martin však nie.

Do nádoby s vodou pridáme malý kúsok sodíka. Máme možnosť sledovať búrlivú reakciu, pri ktorej sodík nadobudne geometriu gule a pláva si po hladine, pričom celú dobu uniká istý druh plynu.

Martin mal však kopec otázok, na ktoré očakáva odpoveď:

- a) Ako by sme zapísali túto chemickú reakciu?
- b) Prečo mal sodík vo vode tvar guľičky?
- c) Prečo vlastne vôbec plával?
- d) O aký typ reakcie išlo z tepelného hľadiska?
Keby sme spomínaný unikajúci plyn zachytili do obrátenej skúmavky, ktorú by sme následne položili nad plameň (napríklad od sviečky), začuli by sme zvuk "šteknutia".
- e) Čo spôsobuje efekt "šteknutia"?

2 Úlohy z fyziky - Teplovzdušný balón (21 bodov)

V poslednej dobe sa premnožili ponuky na internetových zľavových predajniach na lety teplovzdušným balónom. Len za 89eur pre 2 osoby! Ale to nie je cesta, kadiaľ sa budeme uberať. V tejto úlohe sa pozrieme bližšie na fyziku letu samotných balónov.

Uvažujme balón podobný jednému z tých na obrázku na ďalšej strane (obr.1), ktorý vieme dostatočne dobre charakterizovať objemom plášťa $V = 3000 \text{ m}^3$ a hmotnosťou koša, šnúr, horáku a plášťa $M = 800 \text{ kg}$.

Na začiatku budeme počítať bežné okolité podmienky (tlak $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ a teplotu $T_0 = 300 \text{ K}$). Ďalej v celej úlohe predpokladáme, že objem a tlak vzduchu v balóne sa nemenia.

- a) (3 body) Koľko molekúl vzduchu N sa nachádza v balóne pred ohrievaním? Aká je ich objemová hustota ρ_0 (hmotnosť molekúl v jednom metri kubickom)?
- b) (2 body) Kvalitatívne (t.j. bez výpočtov, slovne) vysvetlite, prečo sa balón po dostatočne dlhom ohrievaní vznesie. Dajte si záležať na tom, ktoré fyzikálne veličiny sa budú meniť a akým spôsobom.
- c) (3 body) Nájdite hustotu ρ_{hr} a teplotu T_{hr} ohriateho vzduchu v momente, kedy sa balón odlepí od zeme.
- d) (1 bod) Balón býva obyčajne na začiatku uchytený lanami o zem, pričom ho odviažu až keď je teplota vzduchu v balóne ďaleko nad hodnotou T_{hr} . Povedzme, že napr., keď $T_1 = 500 \text{ K}$ ($\approx 227^\circ\text{C}$). Aký typ pohybu budeme môcť pozorovať po uvoľnení balónu od lán? Odpor vzduchu zanedbajte.
- e) (4 body) Po akom čase τ sa balón dostane za uvedených podmienok do výšky $H = 1 \text{ km}$?

f) (3 body) O koľko percent klesne gravitačné zrýchlenie v takej výške oproti tomu, ktoré cítim na povrchu Zeme? Posúďte podľa výsledku, či je tento efekt dôležitý započítať do výpočtov pre pohyb balónu.

g) (5 bodov) Francúzsky matematik Pierre-Simon Laplace koncom 18. stor. vypočítal, že hustota vzduchu klesá s výškou nasledovným spôsobom:

$$\rho(h) = \rho_0 e^{-\frac{M_{mol}gh}{RT_0}},$$

kde e je Eulerovo číslo, ktorého hodnota je $e \doteq 2.718$. Analýza pohybu balónu v takejto (reálnejšej) atmosfére sa počíta už veľmi ťažko. Pozrime sa teda iba na jeho konečný stav. Zistite, na akú teplotu musíme ohriať vzduch v balóne, aby sa mohol vznášať stabilne vo výške $H = 1$ km.

h) (0 bodov) Aký myslíte, že je svetový rekord v počte naraz vzlietnutých teplovzdušných balónov (pozri obr.1)?

Tabuľka konštánt:

V poradí: gravitačné zrýchlenie, Boltzmannova konštanta, Mólova hmotnosť vzduchu, plynová konštanta, Avogadrova konštanta, polomer Zeme, gravitačná konštanta.

$$\begin{aligned}g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\k_B &= 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \\M_{ol} &= 300 \text{ g/mol} \\R &= 8.31 \text{ J/(K mol)} \\N_A &= 6.022 \cdot 10^{23} \\R_Z &= 6378 \text{ km} \\\kappa &= 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}\end{aligned}$$

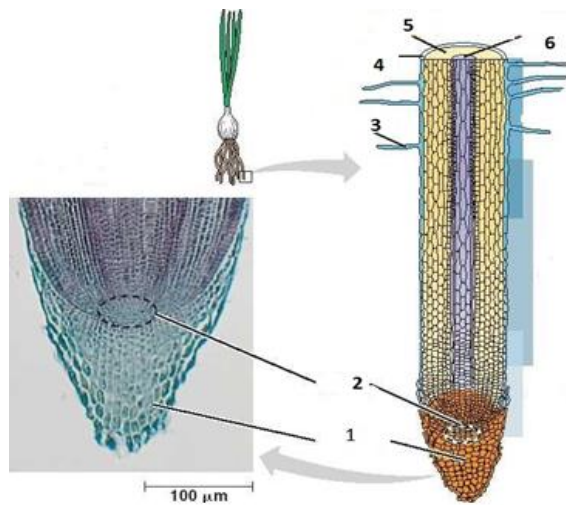


obr.1: Teplovzdušné balóny

3 Úlohy z biológie

3.1 Anatómia cibule (11 bodov)

- Vpíšte do obrázku písmená na správne pozície:



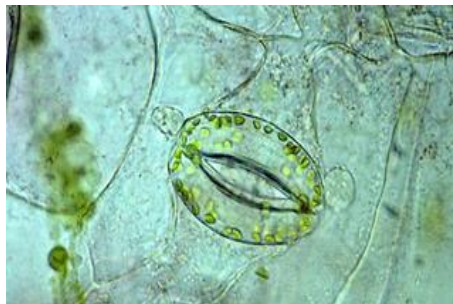
A-Koreňová čiapočka, B-Dermatogén, C-Kortex, D-Koreňové vlásky, E-Periblém, F-Rastový vrchol

- Vyberte všetky pravdivé tvrdenia. Koreňová čiapočka obsahuje:

- a) periblém
- b) statocyty
- c) felém
- d) plerocyty

- Uveďte funkciu koreňovej čiapočky a vysvetlite, prečo jej bunky obsahujú sliz.

- Na obrázku sa nachádza jeden z najdôležitejších transpiračných orgánov listu rastlín (nasledujúce úlohy sa budú týkať daného orgánu, preto si ho označíme písmenom **A**). Pomenujte ho.



A

- Vyberte všetky pravdivé tvrdenia. **A** je súčasťou:

- a) vrchnej pokožky bifaciálneho listu
- b) palisádového parenchýmu
- c) špongiového (hubového) parenchýmu
- d) spodnej pokožky

- Pouvažujte, či je rozdiel v lokalizácii orgánu **A** v jednoklíčnolistových rastlinách a dvojklíčnolistových rastlinách. Ak áno, napíšte kde sa dané štruktúry nachádzajú.

- Vyberte všetky pravdivé tvrdenia. Orgány **A** sa v listoch otvárajú, keď zatvárajú bunky:

- a) reagujú na nízky obsah vody v rastline.
- b) akumulujú vodu pasívnym transportom.
- c) reagujú z oxidom uhličitým v listoch.
- d) zväčšujú svoj objem v dôsledku prijímania kationov draslíka a následným osmotickým príjmom vody.

- Vyberte všetky pravdivé tvrdenia. Pre lykovú časť vodivých pletív (floém) platí:

- a) Jej histológiu tvoria cievice, cievy.
- b) Prechádza ňou asimilačný prúd.
- c) Transport látok sa uskutočňuje z koreňa do listov.
- d) Prechádza ňou transpiračný prúd.
- e) Jej histológiu tvoria sitkovice.
- f) Transport látok sa uskutočňuje z listov do koreňa.

3.2 Taká normálna rodinka (8 bodov)

Daniel a jeho starý otec (z matkinej strany) Boris, trpia klasickou formou hemofílie. Ako to už v niektorých "usporiadaných"¹ rodinách býva, Danielova partnerka, Diana, je dcéra sestry Danielovej matky. Daniel a Diana majú spolu krásne 4 deti: Eduarda a Elenu, ktorí taktiež trpia hemofíliou, a 2 zdravé: Eriku a Emila.

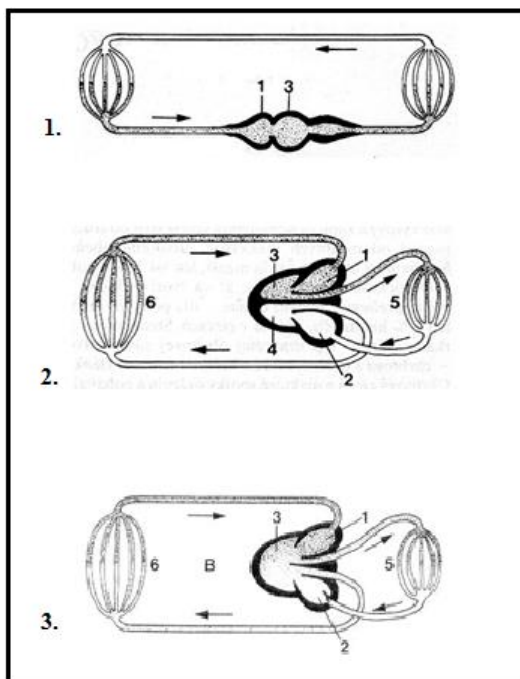
- a) (3 body) Vytvorte rodokmeň s príslušnými genotypmi.
 - b) (2 bod) Vysvetlite diagnózu hemofílie. Prečo má Elena hemofíliu?
 - c) (1 bod) Aké dva hlavné typy tohto ochorenia poznáte?
 - d) (1 bod) Aká je pravdepodobnosť, že Elenino dieťa bude mať hemofíliu, ak by sa Elena zosobášila s Jurajom (ten je už však z inej rodiny :-)), ktorý hemofíliou netrpí.
 - e) (1 bod) Aká je pravdepodobnosť, že Erikino dieťa bude mať hemofíliou, ak by sa vydala za Mareka, ktorý netrpí hemofíliou?
-

¹o naozaj usporiadaných rodinách sa dočítate v Zákonoch Slovenskej Republiky o rodine.

3.3 Obehové sústavy (4 body)

Telové tekutiny môžu plniť svoje fyziologické funkcie iba vtedy, keď sa dostanú do všetkých častí tela organizmu, teda obiehajú, resp. cirkulujú. Aby sa zabezpečila nepretržitá cirkulácia telových tekutín, organizmom sa vyvinuli obehové sústavy a tzv. „hnací mechanizmus“ – zhrubnuté cievy a srdce. Základom pre vývoj obehu tekutín je spôsob privádzania živín k bunkám a odvádzania spodín metabolizmu.

Na obrázkoch máte znázornené rôzne typy obehových sústav organizmov. K obrázkom priradte druh živočícha, ktorému daný typ sústavy patrí a popíšte, z akých častí sú zložené ich srdcia.



Typy obehových sústav

Živočíchý:

- a) Kôň
- b) Jeseter
- c) Holub
- d) Rosnička

3.4 DNA (2 body)

- (1 bod) Ak má jedno vlákno dvojitej závitnice DNA sekvenciu ATCG, aká je sekvencia druhého vlákna?

- (1 bod) Ako bude vyzerat sekvencia z predchádzajúceho cvičenia, zapísaná ako jedno vlákno DNA?