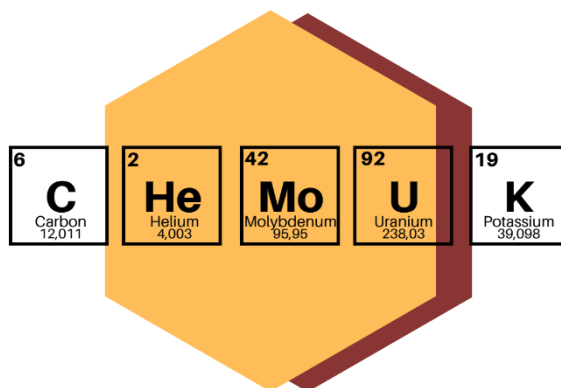


Korešpondenčný seminár z chémie pre stredné školy



2019/2020

2.kolo
Riešenia



Problém 1

K Nobelovej cene za chémiu 2019

Úloha 1 (9b)

A) Využitelná kapacita $C_{vyuzitelna} = 3000 \text{ mA} \cdot \text{h}$

Teoretická kapacita $C_{teor} = 2 \cdot C_{vyuzitelna} = 2 \cdot 3000 \text{ mA} \cdot \text{h} = 6000 \text{ mA} \cdot \text{h}$ (1b)

$$6000 \text{ mA} \cdot \text{h} = 6 \text{ A} \cdot \text{h}$$

$C = I \cdot t = 6 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 21600 \text{ C}$ (I – elektrický prúd v ampéroch, t – čas v sekundách) (2b)

$$\text{B) } n(\text{Li}) = \frac{Q}{F} = \frac{21600 \text{ C}}{96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,22387 \text{ mol} \text{ (2b)}$$

C) $\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2 \rightarrow 0,5 \text{ Li} + \text{CoO}_2$

$$n(\text{Li}) = 0,5 \text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2 \text{ (1b)}$$

$$n(\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2) = 2 \cdot n(\text{Li}) = 2 \cdot 0,22387 \text{ mol} = 0,44774 \text{ mol} \text{ (1b)}$$

$$m(\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2) = n(\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2) \cdot M(\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2) = 0,44774 \text{ mol} \cdot 94,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 42,2664 \text{ g} \text{ (1b)}$$

$$\text{D) } \frac{m(\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2)}{m_{baterka}} = \frac{42,2664}{82} = 51,54\% \text{ (1b)}$$

Úloha 2 (7b)

A) Katóda (-) $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ (1b)

Anóda (+) $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (1b)

Celková reakcia $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (0,5b)

B) $2n(\text{H}_2) = n_{\text{e}^-}$ (1b)

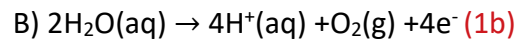
$$Q = n_{\text{e}^-} \cdot F = 2n(\text{H}_2) \cdot F = 2 \cdot \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} \cdot F = 2 \cdot \frac{5000 \text{ g}}{2 \cdot 1,00784 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 96845 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 480,5 \text{ MC} \text{ (2b)}$$

$$C) t = \frac{Q}{I} = \frac{480,5 \cdot 10^6 \text{ C}}{13,3 \cdot 10^3 \text{ C s}^{-1}} = 36124 \text{ s} = 10,03 \text{ h} \text{ (1b)}$$

$$l = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \cdot 10,03 = 501,7 \text{ km} \text{ (0,5b)}$$

Úloha 3 (15b)

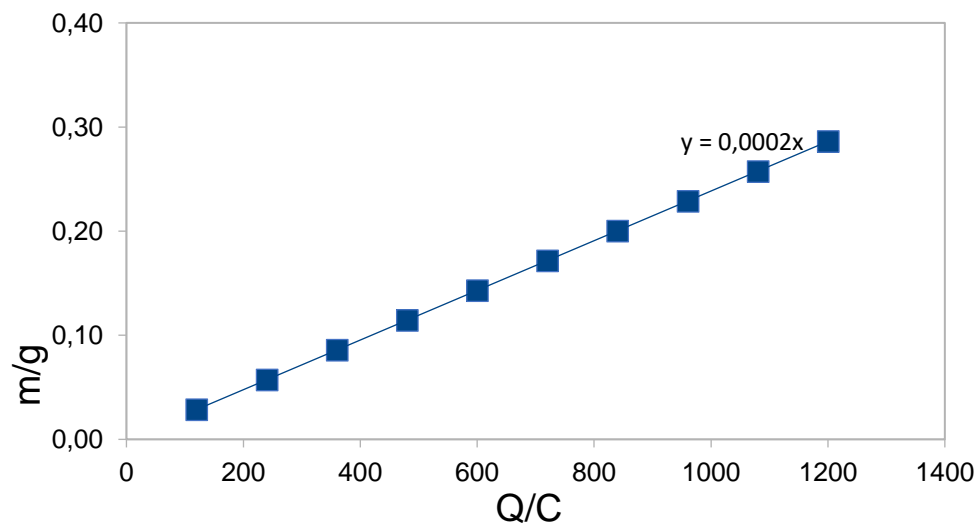
A) katóda (-) CO_2 , anóda (+) H_2O (1b)



C) $z = 2$ (0,5b)

$Q = I \cdot t = 2 \text{ A} \cdot 60 \text{ s}$ (pre prvý riadok tabuľky) (2b)

t/s	Q/C	m/g
60	120	0.029
120	240	0.057
180	360	0.086
240	480	0.114
300	600	0.143
360	720	0.172
420	840	0.200
480	960	0.229
540	1080	0.258
600	1200	0.286



(4b)

$$\frac{M}{zF} = 0,000238534 \text{ g} \cdot \text{C}^{-1} \text{ (2b)}$$

$$M = 0,000238534 \text{ g} \cdot \text{C}^{-1} \cdot z \cdot F = 0,000238534 \text{ g} \cdot \text{C}^{-1} \cdot 2.96485 \text{ C mol}^{-1} = 46,03 \text{ g mol}^{-1} \text{ (1b)}$$

D) HCOOH kyselina mravčia (2b)

E) katóda $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HCOOH}$ (1b)

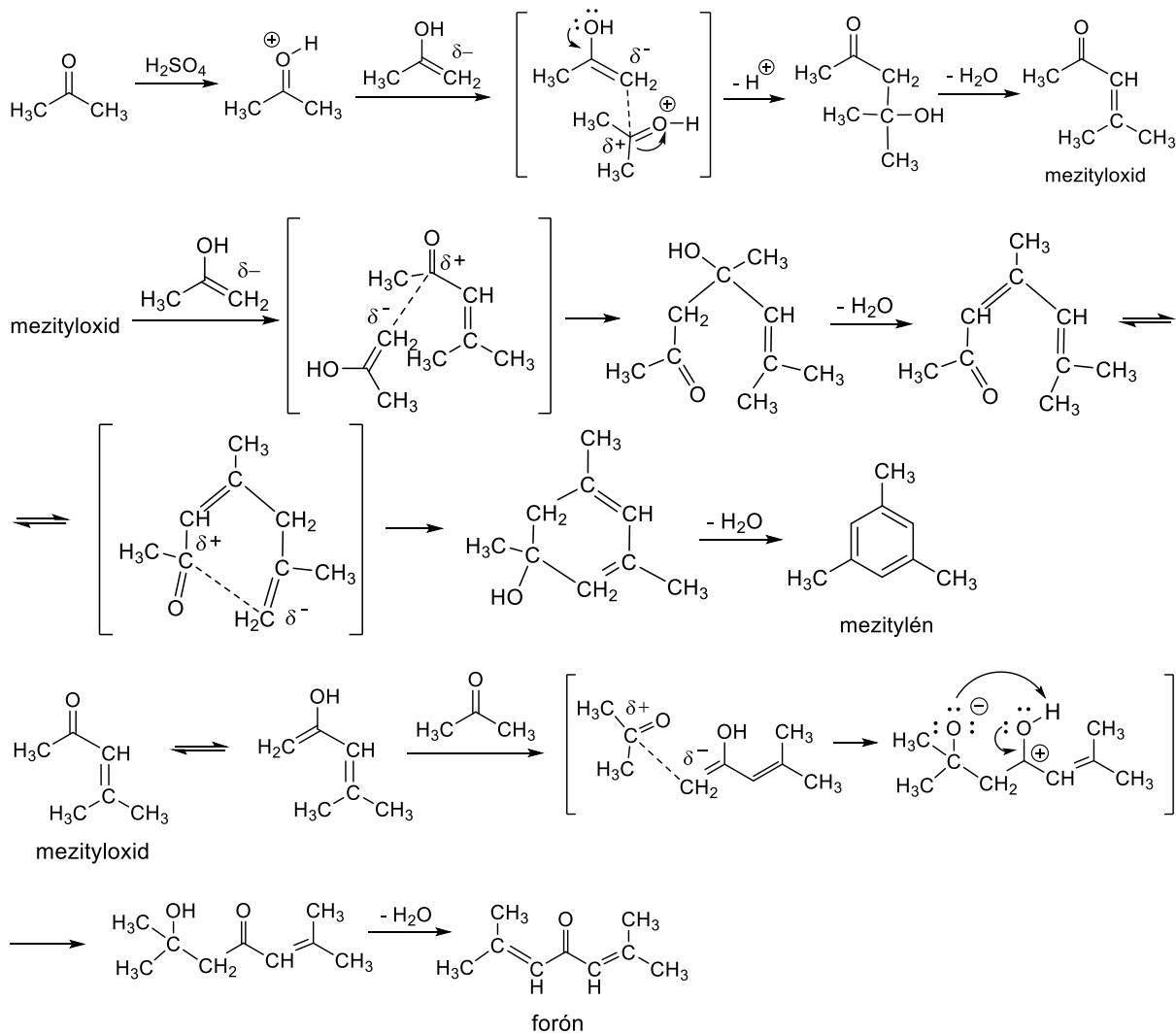
F) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{HCOOH} + \text{O}_2$ (0,5b)

Problém 2

Aldolová reakcia

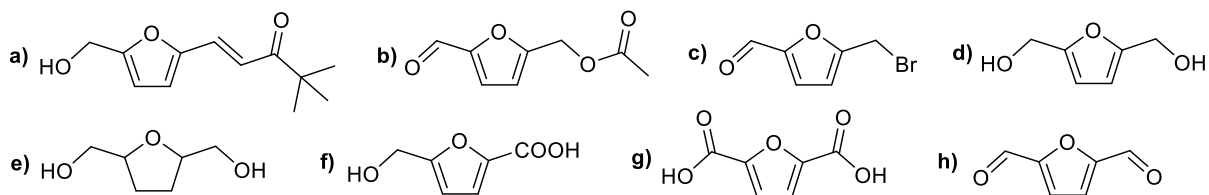
Úloha 1

mezityloxid **3 b**; mezitylén **5 b**; forón **3 b**



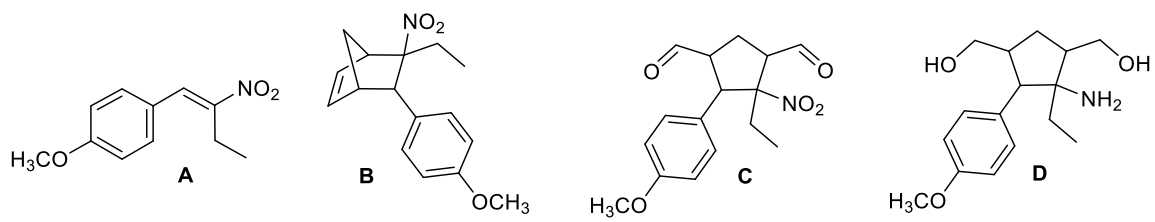
Úloha 2

8 × 1 b



Úloha 3

4 × 1,5 b



Problém 3

Adenozíntrifosfát

Úloha 1

(2b) A) Ako ovplyvní tvorbu ATP ak bunky (alebo izolované mitochondrie) umiestnime do prostredia v ktorom sa nenachádza kyslík?

Oxidatívna fosforylácia zastane. Jediná produkcia ATP môže v bunkách prebiehať v iných metabolických dráhach, napr. v anaeróbnej glykolýze.

(2b) B) Keď dýchame, spotrebujeme kyslík a produkujeme oxid uhličitý. V akých molekulách skončia atómy kyslíka, ktorý vdychujeme?

H₂O

(2b) C) Z akých chemických látok je tvorený oxid uhličitý, ktorý vydychujeme?

Z organických látok, ktoré (po odbúraní) vstupujú do Krebsovho cyklu. (Uznával sa aj hociktorý konkrétny príklad, napr. glukóza alebo kyselina pyrohroznová).

Úloha 2

Syntézu ATP je možné inhibovať na troch rôznych úrovniach. Inhibíciou respiračného reťazca (napr. KCN), odpojovačom (napr. dinitrofenol) alebo inhibíciou ATPsyntázy (napr. oligomycín).

2.1. Ako ovplyvnia jednotlivé inhibítory respiráciu (rýchlosť spotreby kyslíka)?

(2b) a) KCN: zastaví (spomalí)

(2b) b) dinitrofenol: zrýchli

(2b) c) oligomycín: zastaví (spomalí)

2.2. Ako ovplyvnia jednotlivé inhibítory elektrochemický gradient protónov na vnútornej membráne mitochondrie?

(2b) a) KCN: zníži (až zruší)

(2b) b) dinitrofenol: zníži (až zruší)

(2b) c) oligomycín: mierne zvýší

Úloha 3

(4b) Pokúste sa navrhnúť vysvetliť mechanizmus akým by dinitrofenol mohol respiráciu od fosforylácie odpojovať.

Dinitrofenol je lipofilná slabá kyselina, ktorá dokáže aj disociovaná aj nedisociovaná prechádzať cez biologické membrány. Nedisociovaná prechádza do mitochondrií, kde disociuje a anión sa vracia cez membránu do medzimembránového priestoru, kde naväzuje ďalší protón. Cyklus sa takto opakuje.

Úloha 4

(3b) Ako by syntézu ATP ovplyvnilo, keby ste mitochondrie mechanicky rozrušili (poškodili ich membránu)?

ATP by sa netvorilo, lebo pre spriahnutie oxidácie a fosforylácie je potrebná neporušená membrána.

Problém 4

Molekulová fluorescenčná spektrometria

Úloha 1.

Vysvetlite pojem „fluorescencia“ a popíšte ako dochádza k jej vzniku.

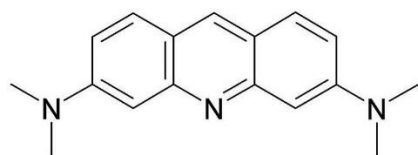
Fluorescencia patrí do skupiny luminiscenčnej spektrometrie, ktorej spoločným znakom je meranie emisných spektier, získaných návratom excitovaných molekúl do základného stavu. Fluorescencia vzniká tak, že voľné atómy absorbujú žiarenie, dochádza k excitácii elektrónov zo základnej hladiny na niektorú vyššiu hladinu a následne dochádza k emisii žiarenia pri návrate elektrónov späť do základného stavu molekuly. Ide o rýchly proces (10^{-15} s).

Úloha 2.

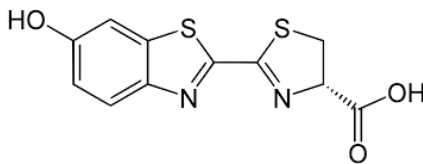
Fluorescenčné vlastnosti sa pozorujú najmä u organických látok, ktoré majú rigidnú štruktúru molekuly, ako napríklad rovinné molekuly, obsahujúce aromatické systémy, karbonylové mostíky, konjugované dvojitú väzby a kondenzované heterocyklické zlúčeniny.

a) Na nasledujúcom obrázku sú štruktúry vybraných organických látok. Vyberte z týchto látok tie, ktoré vykazujú fluorescenčné vlastnosti.

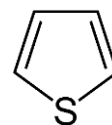
b) Pomenujte jednotlivé organické látky uvedené na obrázku 3.



A



B

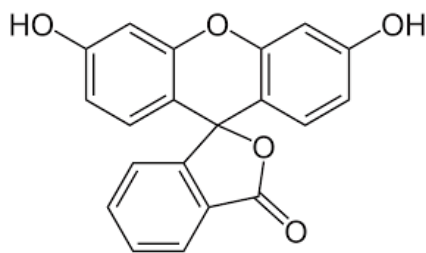


C

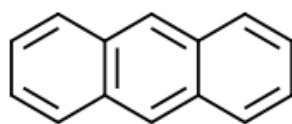
Akridínová oranžová – fluoreskuje

Luciferín – fluoreskuje

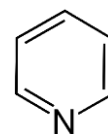
Tiofén - nefluoreskuje



D



E



F

Fluoresceín – fluoreskuje

Antracén – fluoreskuje

Pyridín - nefluoreskuje

Obrázok 3: Štruktúry vybraných organických látok

Úloha 3.

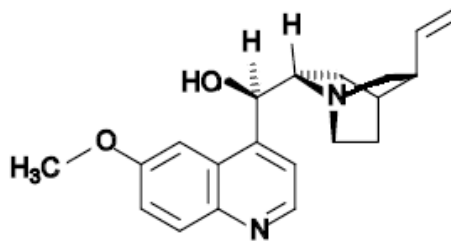
Niektoré substituenty v molekulách organických látok, ktoré fluoreskujú môžu ovplyvňovať emisiu fluorescenčného žiarenia. Elektrón-akceptorné skupiny znižujú fluorescenciu a elektrón-donorné skupiny ju naopak podporujú. Uvedte príklad aspoň troch takýchto elektrón-akceptorných a elektrón-donorných substituentov, ktoré napomáhajú alebo zabraňujú fluorescencii.

Elektrón-akceptorné skupiny: $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{Cl}$, $-\text{I}$, $-\text{F}$

Elektrón-donorné skupiny: $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$, $-\text{NHCH}_3$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{O}-\text{CH}_3$

Úloha 4.

Chinín je organická zlúčenina, ktorá vykazuje fluorescenčné vlastnosti. Ide o horký, bezfarebný, amorfny práškový alebo kryštalický [alkaloid](#), pôvodne izolovaný z kôry [chinínovníka](#) *Cinchona succirubra*. Dlhú dobu bol jediným liekom proti [malárii a](#) v súčasnosti je tiež najdôležitejším [liečivom](#) proti tejto chorobe. Užíva sa tiež proti horúčkam. Dnes sa chinín využíva aj v potravinárstve, napríklad na prípravu chinínových nápojov (Tonic) ako chuťová a povzbudzujúca látka. Chinín nie je vhodný pre deti do 3 rokov. Maximálne prípustné množstvo chinínu v toniku je dané normou, obyčajne 75 mg/l.



Obrázok 4: Štruktúrny vzorec Chinínu

a) V laboratóriu od vás potrebujú aby ste vo vzorke toniku stanovili obsah chinínu metódou molekulej fluorescenčnej spektrometrie. K dispozícii máte vodný roztok kyseliny sírovej a vodu. V akom rozpúšťadle by ste pripravili roztoky štandardov chinínu? Vaše tvrdenie zdôvodnite.

Roztoky štandardov by sa mali pripraviť vo vodnom roztoku H_2SO_4 , pretože tu bude zosilnená fluorescencia. Vytvorí sa soľ a zmení sa rozloženie elektrónovej hustoty v rámci molekuly.

b) Aký objem vzorky toniku v μl potrebujete odpipetovať na prípravu roztoku vzorky na analýzu o objeme 50 ml, ak je na etikete fľaše toniku uvedený obsah chinínu 10 mg/100 ml? Roztok vzorky má byť koncentračne situovaný do stredu kalibračnej krivky. Kalibračný rozsah je 0 – 200 $\mu\text{g/l}$ chinínu.

$$V_2 = 50 \text{ ml}$$

$$c_2 = 100 \mu\text{g/l} = 0,1 \text{ mg/l}$$

$$c_1 = 10 \text{ mg}/100 \text{ ml} = 100 \text{ mg/l}$$

$$V_1 = ?$$

$$c_1 * V_1 = c_2 * V_2$$

$$V_1 = \frac{c_2 * V_2}{c_1} = \frac{0,1 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 0,05 \text{ l}}{100 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

$$V_1 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ l} = 0,05 \text{ ml} = 50 \mu\text{l}$$

c) Z meraní kalibračných roztokov chinínu metódou molekulovej fluorescenčnej spektrometrie sme získali nasledovné hodnoty signálov:

Koncentrácia kalibračného roztoku [$\mu\text{g/l}$]	Intenzita fluorescenčného toku ϕ
0	0,0
40	22,6
80	45,5
120	65,1
160	87,8
200	102,3

Hodnoty signálov fluorescenčného toku pre vzorku toniku boli: 27,8; 27,7 a 27,9. Vzorka toniku bola pripravená pipetovaním 30 μl toniku do 25 ml odmernej banky a po rysku bola doplnená vhodným rozpúšťadlom. Aká je výsledná koncentrácia chinínu vo vzorke toniku v jednotkách mg/l? Na výpočet použite metódu kalibračnej krivky. Pri výpočte nezabudnite zohľadniť faktor riedenia!

$$\text{Rovnica kalibračnej krivky: } y = 0,518x + 2,1333$$

$$\text{Priemerný signál vzorky} = (27,8 + 27,7 + 27,9) / 3 = 27,8$$

$$\text{Faktor riedenia } (f_z) = 25/0,03 = 833,33$$

$$27,8 = 0,518x + 2,1333$$

$$25,6667 = 0,518x$$

$$x = c = 49,55 \mu\text{g/l} = 49,55 \cdot 10^{-3} \text{ mg/l}$$

$$c_{\text{výsledná}} = 49,55 \cdot 10^{-3} \text{ mg/l} * f_z = 49,55 \cdot 10^{-3} \text{ mg/l} * 833,33$$

$$c_{\text{výsledná}} = 41,29 \text{ mg/l}$$

Výsledná koncentrácia chinínu vo vzorke toniku je 41,29 mg/l.