

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

57. ročník, školský rok 2020/2021

Kategória B

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Domáce kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

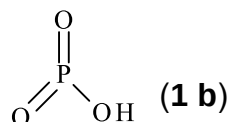
Riešenie úlohy 1 (10 b)

- a) Elektrónová konfigurácia atómu fosforu je: ${}_{15}\text{P}: [{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ (1 b)

Z konfigurácie vyplývajú nasledujúce stabilné oxidačné čísla: –III (prijatie troch elektrónov) a charakteristické V (uvoľnenie všetkých piatich valenčných elektrónov) (1 b).

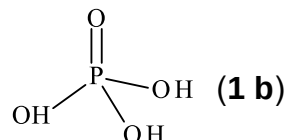
- b) HPO_3 – kyselina monohydrogenfosforečná (0,5 b):

Hybridný stav atómu fosforu je SP^2 (0,5 b).



H_3PO_4 – kyselina trihydrogenfosforečná (0,5 b):

Hybridný stav atómu fosforu je SP^3 (0,5 b).



- c) Výpočet hmotnostného zlomku fosforu v $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$:

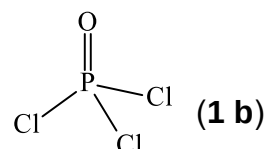
$$w(\text{P}) = \frac{2 \cdot M_{\text{r}}(\text{P})}{M_{\text{r}}(\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7)} = \frac{2 \cdot 30,974}{177,9726} = 0,348 \quad (1 \text{ b})$$

Výpočet hmotnostného zlomku fosforu v $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$:

$$w(\text{P}) = \frac{3 \cdot M_{\text{r}}(\text{P})}{M_{\text{r}}(\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10})} = \frac{3 \cdot 30,974}{257,9515} = 0,360 \quad (1 \text{ b})$$

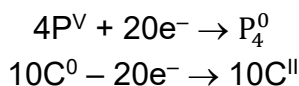
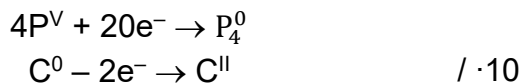
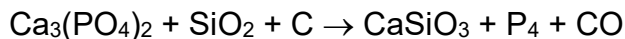
- d) POCl_3 – trichlorid–oxid fosforečný (0,5 b):

Hybridný stav atómu fosforu je SP^3 (0,5 b).



Riešenie úlohy 2 (12 b)

- a) Proces prípravy fosforu P_4 je redoxná reakcia, kde dochádza k redukcii fosforu a oxidácii uhlíka:



V poslednom kroku dopočítame koeficienty pre zvyšné zložky reakcie:



- b) Určujúcou zložkou je fosfor P_4 , podľa ktorého začneme počítať, napr. pomocou rozsahu reakcie:

$$\xi = \frac{n(P_4)}{\nu(P_4)} = \frac{m(P_4)}{\nu(P_4) \cdot M(P_4)} = \frac{250,0 \text{ g}}{1 \cdot 123,896 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,0178 \text{ mol}$$

Zo známeho rozsahu reakcie jednoducho vypočítame hmotnosti všetkých troch reaktantov, zatiaľ bez úvahy o stratách:

$$m_{\text{exp}}(Ca_3(PO_4)_2) = n \cdot M = \nu \cdot \xi \cdot M = 2 \cdot 2,0178 \cdot 310,174 = 1252 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

$$m_{\text{exp}}(SiO_2) = n \cdot M = \nu \cdot \xi \cdot M = 6 \cdot 2,0178 \cdot 60,084 = 727,4 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

$$m_{\text{exp}}(C) = n \cdot M = \nu \cdot \xi \cdot M = 10 \cdot 2,0178 \cdot 12,011 = 242,4 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

Straty vo výške 15% znamenajú, že výťažnosť má hodnotu 85% ($\eta = 0,85$). Vyššie vypočítané hmotnosti predstavujú experimentálne hmotnosti. Pri uvažovaní strát budeme počítať teoretické hmotnosti:

$$m_{\text{teor}}(Ca_3(PO_4)_2) = \frac{m_{\text{exp}}(Ca_3(PO_4)_2)}{\eta} = \frac{1252 \text{ g}}{0,85} = 1473 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

$$m_{\text{teor}}(SiO_2) = \frac{m_{\text{exp}}(SiO_2)}{\eta} = \frac{727,4 \text{ g}}{0,85} = 855,8 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

$$m_{\text{teor}}(\text{C}) = \frac{m_{\text{exp}}(\text{C})}{\eta} = \frac{242,4 \text{ g}}{0,85} = 285,1 \text{ g} \quad (1 \text{ b})$$

Výsledky dosiahnuté iným správnym postupom (napr. trojčlenka) sú tiež za plný počet bodov. Prídavok 15% hmotnosti pri zohľadňovaní strát je nesprávny postup a body za to neudelujeme!

- c) Objem uvoľneného oxidu uhoľnatého vypočítame zo stavovej rovnice ideálneho plynu. Najskôr si potrebujeme vypočítať látkové množstvo vzniknutého CO, ktorý vznikne oxidáciou celého použitého množstva uhlíka. Platí:

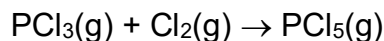
$$n(\text{CO}) = n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{285,1 \text{ g}}{12,011 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 23,736 \text{ mol} \quad (1 \text{ b})$$

$$T = 400 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15 = 673,15 \text{ K} \quad (0,5 \text{ b})$$

$$V(\text{CO}) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{23,736 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 673,15 \text{ K}}{103000 \text{ Pa}} = 1,290 \text{ m}^3 \quad (2,5 \text{ b})$$

Riešenie úlohy 3 (8 b)

- a) Pri výpočte reakčnej entalpie odpočítavame tvorné entalpie reaktantov od tvorných entalpií produktov:



$$\Delta H_{\text{r}}^0 = 1 \cdot \Delta H_{\text{f}}^0(\text{PCl}_5(\text{g})) - \{1 \cdot \Delta H_{\text{f}}^0(\text{PCl}_3(\text{g})) + 1 \cdot \Delta H_{\text{f}}^0(\text{Cl}_2(\text{g}))\}$$

$$\Delta H_{\text{r}}^0 = 1 \cdot (-321 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - \{-278 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 1 \cdot 0\} = -43 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (4 \text{ b})$$

- b) Reakcia je exotermická a teplo sa bude uvoľňovať. (1 b)

Na výpočet uvoľneného tepla potrebujeme vypočítať látkové množstvo PCl_5 :

$$n(\text{PCl}_5) = \frac{m(\text{PCl}_5)}{M(\text{PCl}_5)} = \frac{10,0 \text{ g}}{208,239 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,04802 \text{ mol} \quad (1 \text{ b})$$

Priamou úmerou vypočítame množstvo uvoľneného tepla:

$$Q = n(\text{PCl}_5) \cdot \Delta H_{\text{r}}^0 = 0,04802 \text{ mol} \cdot (-43 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -2,065 \text{ kJ} \quad (2 \text{ b})$$

Pri vzniku 10,0 g plynného PCl_5 sa uvoľní 2,065 kJ tepla.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020 / 2021

Domáce kolo

Mgr. Peter Šramel, PhD.

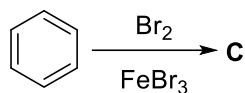
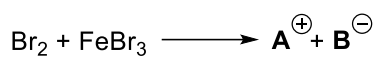
Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

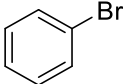
Maximálne 30 bodov

Riešenie úlohy 1 (8,5 b)

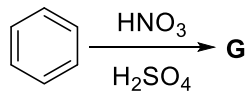
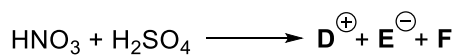
0,5 b za každý správne uvedený člen rovnice vytvorenia elektrofilnej častice; 0,25 b za správne uvedenú štruktúru produktu; 0,25 b za správne uvedený názov produktu.

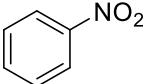
a) (1,5 b)



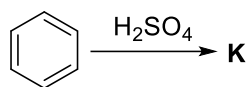
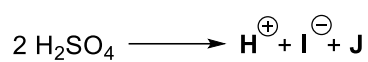
$\text{A}^{\oplus}$	$\text{B}^{\ominus}$	C (štruktúra + názov)
$\text{Br}^{\oplus}$	$\text{FeBr}_4^{\ominus}$	 brómbenzén

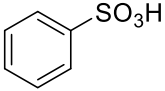
b) (2 b)



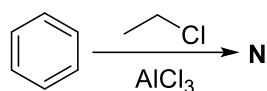
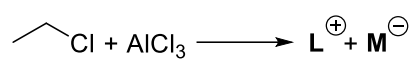
$\text{D}^{\oplus}$	$\text{E}^{\ominus}$	F	G (štruktúra + názov)
$\text{NO}_2^{\oplus}$	$\text{HSO}_4^{\ominus}$	H_2O	 nitrobenzén

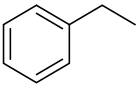
c) (2 b)



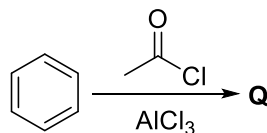
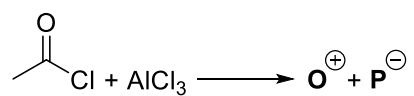
$\text{H}^{\oplus}$	$\text{I}^{\ominus}$	J	K (štruktúra + názov)
$\text{SO}_3\text{H}^{\oplus}$	$\text{HSO}_4^{\ominus}$	H_2O	 kys. benzénsulfónová

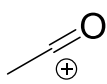
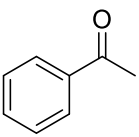
d) (1,5 b)



$\text{L}^{\oplus}$	$\text{M}^{\ominus}$	N (štruktúra + názov)
	$\text{AlCl}_4^{\ominus}$	 etylbenzén

e) (1,5 b)

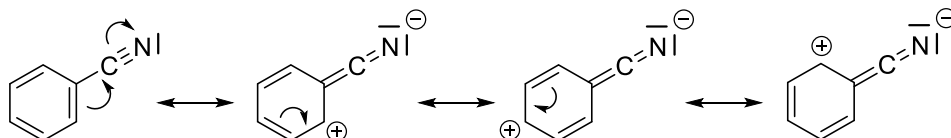


$\text{O}^{\oplus}$	$\text{P}^{\ominus}$	Q (štruktúra + názov)
	$\text{AlCl}_4^{\ominus}$	 1-fenyletán-1-ón (acetofenón)

Riešenie úlohy 2 (10 b)

a) (1 b)

0,25 b za vzorec benzonitrilu a 0,25 b za každú správne uvedenú mezomérnu štruktúru.



b) (1 b)

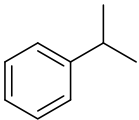
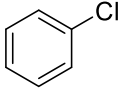
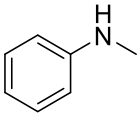
0,5 b za správne vysvetlenie elektrónových vlastností kyanoskupiny a 0,5 b za správne určenie regioselektivity aromatickej elektrofilnej substitúcie.

Kyanoskupina patrí medzi substituenty 2. triedy a vyznačujúce sa -I a -M efektom. Na základe vyššie uvedených mezomérnych štruktúr je viditeľné, že elektrónakceptorným vplyvom kyanoskupiny dochádza k zníženiu elektrónovej hustoty v polohách *orto* a *para*. To znamená, že vstup elektrofilnej častice pri ďalšej substitúcii bude orientovaný do polohy s najvyššou elektrónovou hustotou – *meta*.

c), d), e) (8 b)

0,25 b za každý správne uvedený názov / štruktúru zlúčeniny; 0,25 b za každý správne uvedený aktivujúci / deaktivujúci účinok substituenta; 0,5 b za každý správne uvedený typ orientácie aromatickej elektrofilnej substitúcie do polôh *orto*, *para*, resp. *meta*.

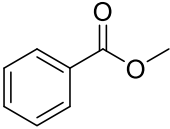
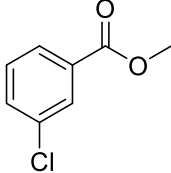
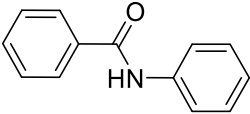
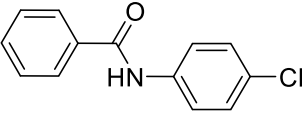
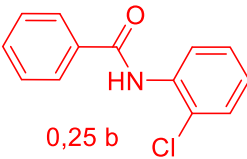
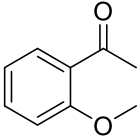
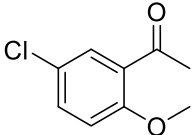
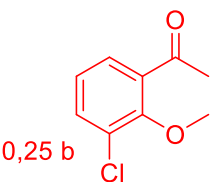
Názov	Štruktúra	Aktivujúci, resp. deaktivujúci účinok substituentu	Orientácia príslušným substituentom do polôh <i>o</i> , <i>p</i> , resp. <i>m</i>
kyselina benzoová		deaktivuje	<i>meta</i>
nitrobenzén		deaktivuje	<i>meta</i>
benzonitril		deaktivuje	<i>meta</i>
<i>N,N,N</i> -trimetylbenzénamóniový kation		deaktivuje	<i>meta</i>
tiofenol		aktivuje	<i>orto</i> , <i>para</i>

kumén		aktivuje	<i>orto, para</i>
chlórbenzén		deaktivuje	<i>orto, para</i>
<i>N</i> -metylanilín		aktivuje	<i>orto, para</i>

Riešenie úlohy 3 (7,5 b)

a), b), c)

0,5 b za každý správne uvedený názov / štruktúru zlúčeniny; **0,5 b** za každý správne uvedený dominantný produkt reakcie s Cl_2 / AlCl_3 (v prípade, že by študent uviedol produkt, ktorý by bol z hľadiska elektrónového vplyvu substituentov správny, ale nezohľadňoval by správne ich sterický vplyv, možno udeliť **0,25 b**); **0,5 b** za každý správne uvedený názov produktu.

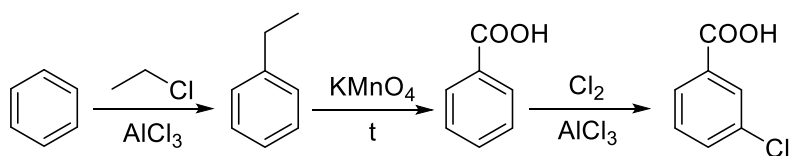
Názov	Štruktúra	Štruktúra dominantného produktu/produktov reakcie s Cl_2 / AlCl_3	Názov dominantného produktu/produktov
metylester kyseliny benzoovej			metylester kyseliny 3-chlórbenzoovej
<i>N</i> -fenybenzamid		  0,25 b	<i>N</i> -(4-chlór fenyl)benzamid <i>N</i> -(2-chlór fenyl)benzamid
1-(2-metoxyfenyl) etán-1-ón		  0,25 b	1-(5-chlór-2-metoxy fenyl)etán-1-ón 1-(3-chlór-2-metoxy fenyl)etán-1-ón

1-chlór-4-metoxybenzén			2,4-dichlór-1-metoxybenzén
2,5-dinitroanilín		 0,25 b	4-chlór-2,5-dinitroanilín 2-chlór-3,6-dinitroanilín

Riešenie úlohy 4 (4 b)

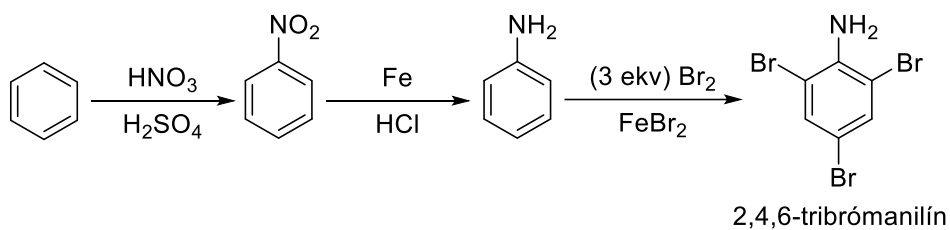
0,5 b za správne uvedený reakčný medzistupeň (0,2 b za reakčné podmienky / 0,1 b za poradie / 0,2 b za štruktúru medziproduktu); 0,5 b za správne uvedený názov finálneho produktu.

a) (2 b)



kyselina 3-chlórbenzoová

b) (2 b)



RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Domáce kolo

Pavel Májek

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Experimentálna úloha (28 b)

a) Príprava $0,5 \text{ dm}^3$ $0,0125 \text{ mol dm}^{-3}$ NaCl:

hmotnosť štandardu NaCl: $m(\text{NaCl}) = c \cdot V \cdot M(\text{NaCl})$

$$m_s = 0,0125 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 \cdot 58,4428 \text{ g mol}^{-1} = 0,3653 \text{ g NaCl}$$

návažok: 0,3834 g NaCl sa rozpustil a doplnil na 500 cm^3 ,

$$\text{koncentrácia štandardu: } c(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot V_{\text{roztoku}}}$$

$$c(\text{NaCl}) = 0,3834 \text{ g} / (58,4428 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ dm}^3) = 0,01312 \text{ mol dm}^{-3}$$

b) Príprava roztoku AgNO_3 :

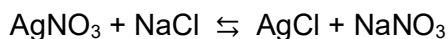
zásobný roztok AgNO_3 : $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$

odmerný roztok: $250 \text{ cm}^3 \text{ AgNO}_3$, $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$

$$\text{riedenie: } V_{\text{zásobný}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 / 0,1 \text{ mol dm}^{-3} = 50,0 \text{ cm}^3$$

c) Štandardizácia roztoku AgNO_3 :

na štandardizáciu sa pipetovalo $25,0 \text{ cm}^3$ štandardného roztoku NaCl:



$$\frac{n(\text{Ag}^+)}{n(\text{Cl}^-)} = \frac{c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}}{c_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}}} = \frac{1}{1}$$

priemerná spotreba štandardného roztoku AgNO_3 : $16,05 \text{ cm}^3$

$$c(\text{AgNO}_3) = 0,01312 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 25,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 16,05 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,0437 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

d) Príprava roztoku KSCN:

hmotnosť KSCN: $m(\text{KSCN}) = c \cdot V \cdot M(\text{KSCN})$

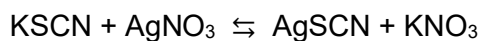
$$m(\text{KSCN}) = 0,025 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 97,1807 \text{ g mol}^{-1} = 0,6074 \text{ g KSCN}$$

návažok: 0,6144 g KSCN sa rozpustil a doplnil na 250 cm³.

e) Štandardizácia roztoku KSCN:

na štandardizáciu sa pipetovalo 25,0 cm³ štandardného roztoku AgNO₃

$$c(\text{AgNO}_3) = 2,0437 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$



$$\frac{n(\text{SCN}^-)}{n(\text{Ag}^+)} = \frac{c_{\text{KSCN}} \cdot V_{\text{KSCN}}}{c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}} = \frac{1}{1}$$

priemerná spotreba roztoku KSCN: 20,20 cm³

$$c(\text{KSCN}) = 2,0437 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 25,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 20,20 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,5293 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

bodovanie:

1 b: výpočet: návažku a), d); objemu b); koncentrácie c), e); príprava roztokov (3x); titrácie (6x), max. 14 bodov

14 b: relatívna chyba stanovenia koncentrácie v %:

<0; 5>: 14 bodov; 5·(i; i+1>: 14 – 2·i bodov, i = 1; 6; > 35 % 0 bodov.

Riešenie úlohy 1 (2 b)

Indikácia koncového bodu titrácie v metóde podľa Mohra:

titrant + indikátor: $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4 (\text{s})$ *červenohnedá zrazenina*

$$K_s = (\text{AgCl}) = 1,77 \cdot 10^{-10} \quad c(\text{AgCl}) = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_s = (\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,12 \cdot 10^{-12} \quad c(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 6,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Ag₂CrO₄ je rozpustnejší než AgCl, preto možno koncový bod titrácie vizuálne indikovať za bodom ekvivalencie nadbytkom AgNO₃ – vznikom červenohnedej zrazeniny.

Indikácia koncového bodu titrácie v metóde podľa Volharda:

titrant + titrand: $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgSCN} (\text{s})$ - nadbytok Ag⁺ sa spätne stitruje s SCN⁻

$$K_s = (\text{AgSCN}) = 1,03 \cdot 10^{-12} \quad c(\text{AgSCN}) = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

a koncový bod titrácie je indikovaný vznikom farebného komplexu:

titrant + indikátor: $\text{SCN}^- + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+} (\text{l})$ *červený komplex*

Riešenie úlohy 2 (3 b)

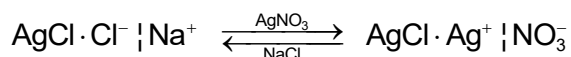
Indikácia koncového bodu titrácie v metóde podľa Fajansa:

titrant + analyt: $\text{Ag}^+ + \text{X}^- \rightleftharpoons \text{AgX} (\text{s})$

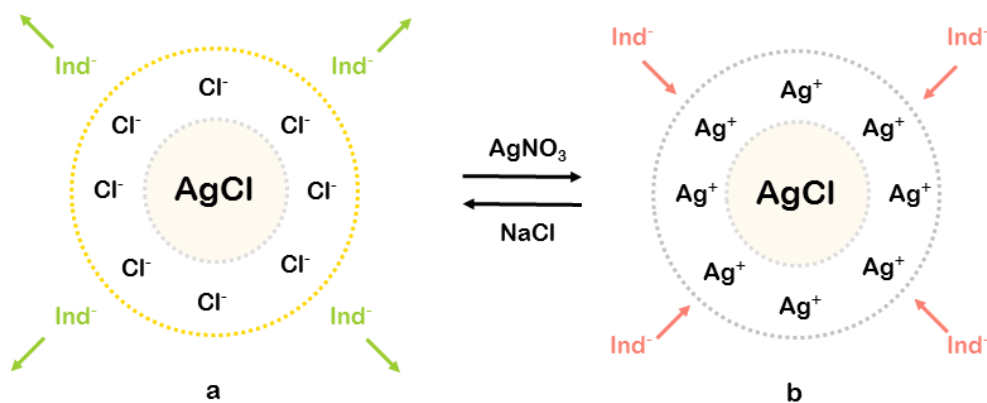
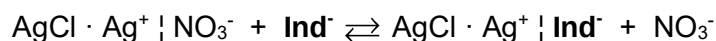
Pozorovateľná zmena (farba adsorbovaného indikátora) súvisí so zmenami koloidne dispergovanej zrazeniny v okolí bodu ekvivalencie (*izoelektrický bod*). Fluoresceín je slabou kyselinou a pH roztoku vplýva na jeho protolytickú rovnovahu:



Pred bodom ekvivalencie sa v titrovanom roztoku nachádza prebytok halogenidov X^- . Na povrchu zrazeniny AgX sa adsorbujú z roztoku halogenidy X^- , *micela* je nabitá záporne, a anióny Ind^- z disociovaného fluoresceínu sú micelou odpudzované:



Roztok fluoresceínu je do bodu ekvivalencie sfarbený na žltozeleno. Bod ekvivalencie, je izoelektrickým bodom, kde sa elektrická dvojvrstva micely zruší, pretože na koloidne dispergovanej zrazenine AgX nie je adsorbovaný žiadny ión. Za bodom ekvivalencie sa na zrazeninu AgX adsorbujú ióny Ag^+ . Micela sa nabije kladne, anióny fluoresceínu Ind^- môžu nahradiť anióny NO_3^- a žltozelené sfarbenie roztoku sa zmení na ružovofialové.



Micela AgCl s primárnou adsorbčnou vrstvou: a) pred bodom ekvivalencie, roztok je žltozelený; b) za bodom ekvivalencie, roztok je červený (lososový).

Riešenie úlohy 3 (2 b)

Zrážacia reakcia – je to chemická reakcia, pri ktorej z reaktantov vzniká produkt, ktorý je málo rozpustný. V reakčnej zmesi sa nad vzniknutou zrazeninou nachádza nasýtený roztok – medzi zrazeninou a jej nasýteným roztokom vzniká rovnováha, ktorá je posunutá na stranu produktu.

Roztok nazývame *nasýteným*, keď rozpúšťadlo za daných podmienok nedokáže rozpustiť viac rozpúšťanej látky, bol dosiahnutý rovnovážny stav a koncentrácia rozpustenej látky je konštantná.

Rozpustnosť danej látky udáva množstvo rozpustenej látky v istom množstve rozpúšťadla (napr. v 100 g vody) alebo je daná zložením nasýteného roztoku.

Súčinná rozpustnosť je konštanta charakterizujúca iónovú rovnováhu v roztokoch málo rozpustných elektrolytov za definovaných podmienok.

Riešenie úlohy 4 (2 b)

$$\begin{aligned} \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 &\rightleftharpoons 3 \text{Zn}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} & K_s &= [\text{Zn}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 = (3c)^3 (2c)^2 = 108 c^5 \\ K_s &= 9,0 \cdot 10^{-33} & c &= (K_s / 108)^{1/5} \\ M(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) &= 386,0827 \text{ g mol}^{-1} & c &= 1,53 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ mg cm}^{-3} \end{aligned}$$

Riešenie úlohy 5 (3 b)

$$\begin{aligned} \text{Cl}^- + \text{Ag}^+ &\rightleftharpoons \text{AgCl (s)} & (\text{R}) & & n(\text{Cl}^-) &= n(\text{Ag}^+)_{\text{R}} \\ \text{Ag}^+ + \text{SCN}^- &\rightleftharpoons \text{AgSCN (s)} & (\text{B}) & & n(\text{SCN}^-) &= n(\text{Ag}^+)_{\text{B}} \\ n(\text{Ag}^+)_{\text{total}} &= n(\text{Ag}^+)_{\text{R}} + n(\text{Ag}^+)_{\text{B}} & & & n(\text{Ag}^+)_{\text{R}} &= n(\text{Ag}^+)_{\text{total}} - n(\text{SCN}^-) \\ n(\text{Ag}^+)_{\text{R}} &= c(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{Ag}^+) - c(\text{SCN}^-) \cdot V(\text{SCN}^-) = \\ n(\text{NaCl}) &= n(\text{Ag}^+)_{\text{R}} = 0,201 \cdot 10 \cdot 10^{-3} - 0,110 \cdot 17,05 \cdot 10^{-3} = 1,345 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ m(\text{NaCl}) &= n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 1,345 \cdot 10^{-4} \cdot 58,4428 = 7,9 \text{ mg NaCl} \\ w(\text{NaCl}) &= 100 \cdot 7,9 / 4000 = 0,1965 \% = 0,20 \% \end{aligned}$$

Autori: RNDr. Martin Vavra, PhD., Mgr. Peter Šramel PhD., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu).

Recenzenti: Ing. Simona Matejová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020.