



55. ročník

2018/2019

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie E

ZADÁNÍ TEORETICKÉ ČÁSTI (50 BODŮ)



Vzorečkovník

Jednotky a jejich převody:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ ppm} = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

Důležité vztahy:

- energie fotonu

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot c \cdot \tilde{\nu}$$

- transmitance

$$T = \frac{\Phi_{\text{out}}}{\Phi_{\text{in}}}$$

- absorbance

$$A = -\log T$$

- Bouguerův-Lambertův-Beerův zákon

$$A = \epsilon \cdot \ell \cdot c$$

- definice pH

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

- definice p(čehokoliv)

$$\text{p(čehokoliv)} = -\log(\text{čehokoliv})$$

- disociační konstanta slabé kyseliny

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

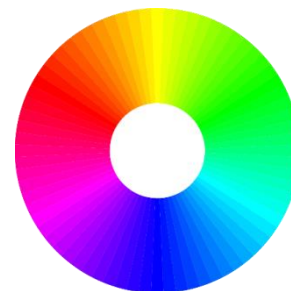
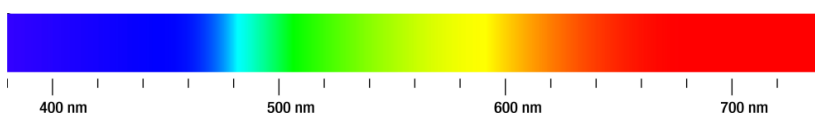
- konstanta stability komplexu

$$\beta_{\text{ML}_y} = \frac{[\text{ML}_y]}{[\text{M}] \cdot [\text{L}]^y}$$

- stavová rovnice ideálního plynu

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Viditelná část elektromagnetického spektra a doplňkové barvy:





ZADÁNÍ

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Chemie chromu a jeho sloučenin

12 bodů

Chrom je kov, který je odolný vůči působení některých kyselin. Dobře se rozpouští ve zředěné kyselině chlorovodíkové za vzniku modrého roztoku (**rovnice 1**), který se snadno oxiduje vzdušným kyslíkem za vzniku zeleného roztoku (**rovnice 2**).

1) Zapište chemické rovnice popsaných dějů.

Rovnice 1:

Rovnice 2:

body:

2) Doplňte následující text (slova nebo vzorce A-D), který se týká rozpouštění chromu v kyselině dusičné.

"Kyselina dusičná chrom nerozpouští. Ponořením kovového chromu do roztoku koncentrované kyseliny dusičné dochází k chemické reakci. Vzniklý **A** je chemicky velmi odolný a **B** tak povrch chromu před další **C**. Tento postup úpravy povrchu se nazývá **D**."

A:

B:

C:

D:

body:

--

Předpokládejme nyní rovnováhu v roztoku chroman-dichroman. Barva tohoto roztoku je závislá na pH prostředí. Okyselením tento roztok získává oranžový odstín (**rovnice 3**), kdežto přidáním zásady roztok žlutne (**rovnice 4**).

3) Zapište chemickými rovnicemi reakce chromanu s kyselinou (rovnice 3) a dichromanu se zásadou (rovnice 4). Použijte iontové tvary rovnic.

Rovnice 3:

Rovnice 4:

body:

4) Uveďte vhodnou metodu, kterou by se dala studovat poloha této rovnováhy v závislosti na pH.

Metoda:

body:

Oxid chromový je podobně jako chromany a dichromany silným oxidačním činidlem. Vyrábí se působením koncentrované kyseliny sírové na dichroman sodný (**rovnice 5**). Používá se zejména v organické chemii pro tzv. Jonesovu oxidaci primárních alkoholů na karboxylové kyseliny a sekundárních alkoholů na ketony. Mimo jiné se využívá pro pochromování povrchů.

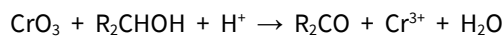
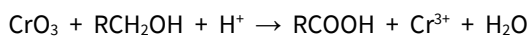
5) Zapište chemickou rovnicí postup výroby oxidu chromového (rovnice 5).

Rovnice 5:

body:



6) Vyčíslíte níže uvedené obecné rovnice (R=uhlovodíkový zbytek) Jonesovy oxidace.



Vyčíslené rovnice:

body:

7) Jaké minimální množství oxidu chromového je potřeba k pokovování součástky tvaru kvádrů o rozměrech $50 \times 10 \times 2$ mm rovnoměrnou vrstvou chromu o tloušťce $25 \mu\text{m}$? Hustota chromu je $7,19 \text{ g cm}^{-3}$.

Výpočet:

$m_{\text{oxid chromový}}$: g

body:

--

Úloha 2 Blesky ve zkumavce**4 body**

Oxidační účinky manganistanu draselného lze demonstrovat efektním pokusem, který je známý pod jménem *blesky ve zkumavce*. Do zkumavky se nalijí 2 ml koncentrované kyseliny sírové, opatrně se převrství stejným množstvím 96% ethanolu. Po vhození krystalku manganistanu draselného a jeho „dopadu“ na rozhraní kapalin se zde objevují jiskry – blesky a je slyšet zřetelné praskání. Spodní část zkumavky se barví dočerna.

- 1) **Zapište chemické rovnice reakcí, ke kterým dochází mezi KMnO_4 a H_2SO_4 na fázovém rozhraní. Náповěda: jedná se o dvě reakce, jedna je acidobazickou substitucí a druhá dehydratací vzniklé nestabilní kyseliny.**

Rovnice:

body:

- 2) **Napište vzorce konečných produktů oxidace ethanolu.**

Produkty oxidace:

body:

- 3) **Vlivem které látky se barví spodní část zkumavky dočerna? Napište její vzorec i systematický název.**

Vzorec:

Název:

body:

- 4) **Při likvidaci experimentu do výlevky je třeba dbát zvláštní opatrnosti (žíravost je samozřejmá). Z jakého důvodu?**

Zdůvodnění:

body:

**ORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Přesmyčky****5,5 bodu**

V chemii, obzvláště té organické, se při navrhování reakcí setkáte s mnoha typy přesmyků. K přesmyku molekuly zpravidla dochází proto, aby se látka stabilizovala. Takovéto přesmyky pak běží samovolně, ale potkáte se s případy, kdy jsou k iniciaci přesmyku nutné některé další fyzikální podmínky (tlak, teplota apod.).

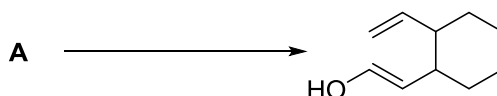
1) Rozluštěte přesmyčku, která vám může pomoci v řešení této úlohy: Ivo Farski.

Nápověda: Jedná se o ruského chemika

Název:

body:

Jeden z přesmyků, který vede ke karbonylovým sloučeninám, je oxy-Copeho přesmyk. Níže uvedená struktura je produktem tohoto přesmyku.

**2) Identifikujte výchozí látku A a určete, za jaké další podmínky transformace probíhá. Pomocí šipek znázorněte formální mechanismus přeměny A na uvedenou strukturu.**

Látka A:

Podmínka:

Formální mechanismus:

body:**3) Alkohol vzniklý z látky A ale není finálním produktem reakce. Zdůvodněte proč a nakreslete strukturu finálního produktu oxy-Copeho přesmyku.**

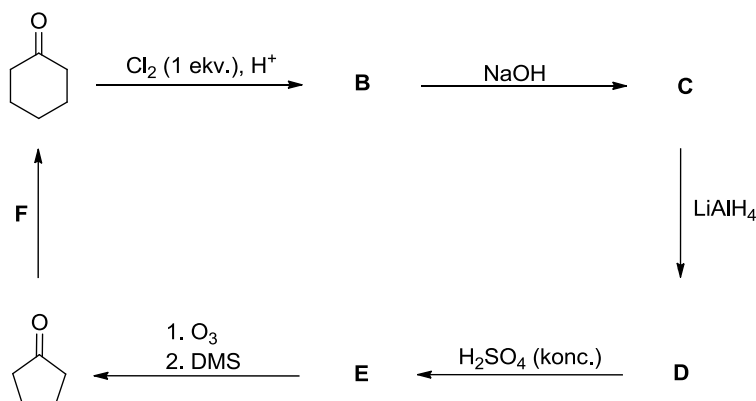


Zdůvodnění:

Struktura produktu:

body:

V další sekvenci taktéž vystupuje jeden či více z přesmyků, které jsou typické pro karbonylové sloučeniny. Výchozí látka (cyklohexanon) podléhá chloraci (1 ekvivalent) v kyselém prostředí za vzniku látky **B**. Ta se působením hydroxidu sodného přesmykuje na látku **C**. Redukcí látky **C** vzniká látka **D**, která vystavení účinkům koncentrované kyseliny sírové poskytuje produkt **E**. Pomocí ozonu a dimethylsulfidu (DMS) se z látky **E** stává cyklopentanon. V posledním kroku (vznik výchozí látky) je potřeba explozivní a toxické látky **F**.



4) Doplňte produkty nebo reaktanty v transformacích uvedených výše (písmena B–F).

Produkt B:

Produkt C:

Produkt D:

Produkt E:

Reaktant F:

body:

--

5) Nakreslete obě rezonanční struktury látky F.

Rezonanční struktury:

body:

6) *À propos*, identifikovali jste, kde se v úloze objevila přesmyčka z otázky 1?

Transformace:

body:



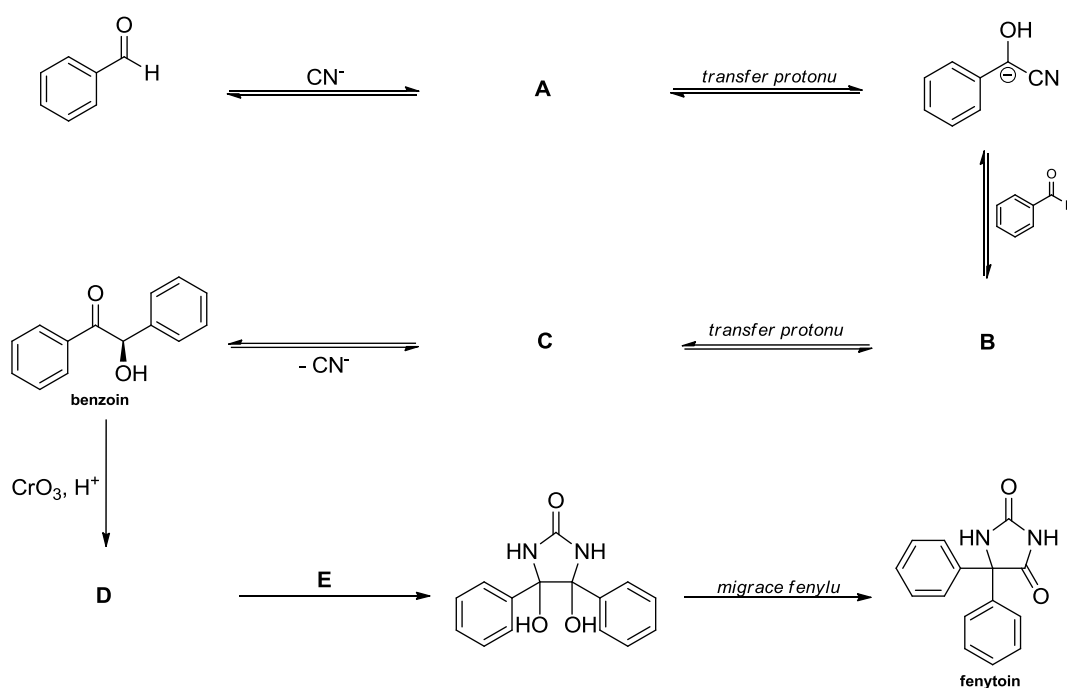
Úloha 2 Totální syntéza fenytoinu

4,5 bodu

Fenytoin je organická sloučenina, která se používá ve farmaceutickém průmyslu jako lék. Současná výroba probíhá přes organickou molekulu, nazývanou benzoin. Benzoin se zase vyrábí z benzaldehydu v bazickém prostředí za přítomnosti kyanidových iontů. Bazické prostředí při syntéze umožňuje protonové transfery (např. díky deprotonaci a následné protonaci na jiném atomu – či naopak).

V této úloze budete s naší pomocí syntetizovat antiepileptikum fenytoin, pokud máte k dispozici výchozí látku benzaldehyd.

1) Doplňte produkty nebo reaktanty v níže uvedených transformacích (A–J).



Produkt A:

Produkt B:

Produkt C:

Produkt D:

Reaktant E:

body:

--

- 2) Určete, zdali je používán benzoín konfigurační izomer *R*- nebo *S*- a následně napište správný systematický název benzoínu včetně určení absolutní konfigurace.

Název:	body:
--------	--------------

- 3) Během kondenzace benzaldehydu na benzoín bylo využito tzv. přepólování (umpolung). Vysvětlete význam a průběh umpolungu.

Vysvětlení:	body:
-------------	--------------

Celou organickou chemii odstartovala příprava látky **E**, která byla syntetizována z čistě anorganické látky.

- 4) Napište kdo a z jaké látky/jakých látek sloučeninu **E** poprvé připravil.

Objevitel přípravy: Výchozí látka/látky na přípravu:	body:
---	--------------

**Úloha 3 Vícekrokové syntetické plánování 2.0****6 bodů**

V kontrolním testu školního kola jste si zkusili syntetické plánování. Jelikož se jedná v našich očích o jednu z nejdůležitějších věcí v organické chemii, opět si budete moci syntetizovat organické molekuly. Pravidla platí stejná, jako ve školním kole. Každá sekvence je proveditelná ve 3 krocích, ale můžete využít libovolný počet transformací, která však logicky navazují a jsou správně. Přejeme hodně štěstí!

1) Navrhněte níže uvedenou vícekrokovou syntézu (nezapomeňte psát meziprodukty a činidla).



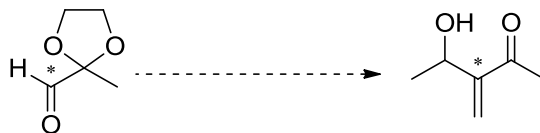
Návrh syntézy:

body:



2) Navrhněte níže uvedenou vícekrokovou syntézu (nezapomeňte psát meziprodukty a činidla).

Nápověda: * (hvězdička) neurčuje chirální centrum, ale označuje totožný atom uhlíku ve výchozí látce a v produktu.



Návrh syntézy:

body:



FYZIKÁLNÍ CHEMIE

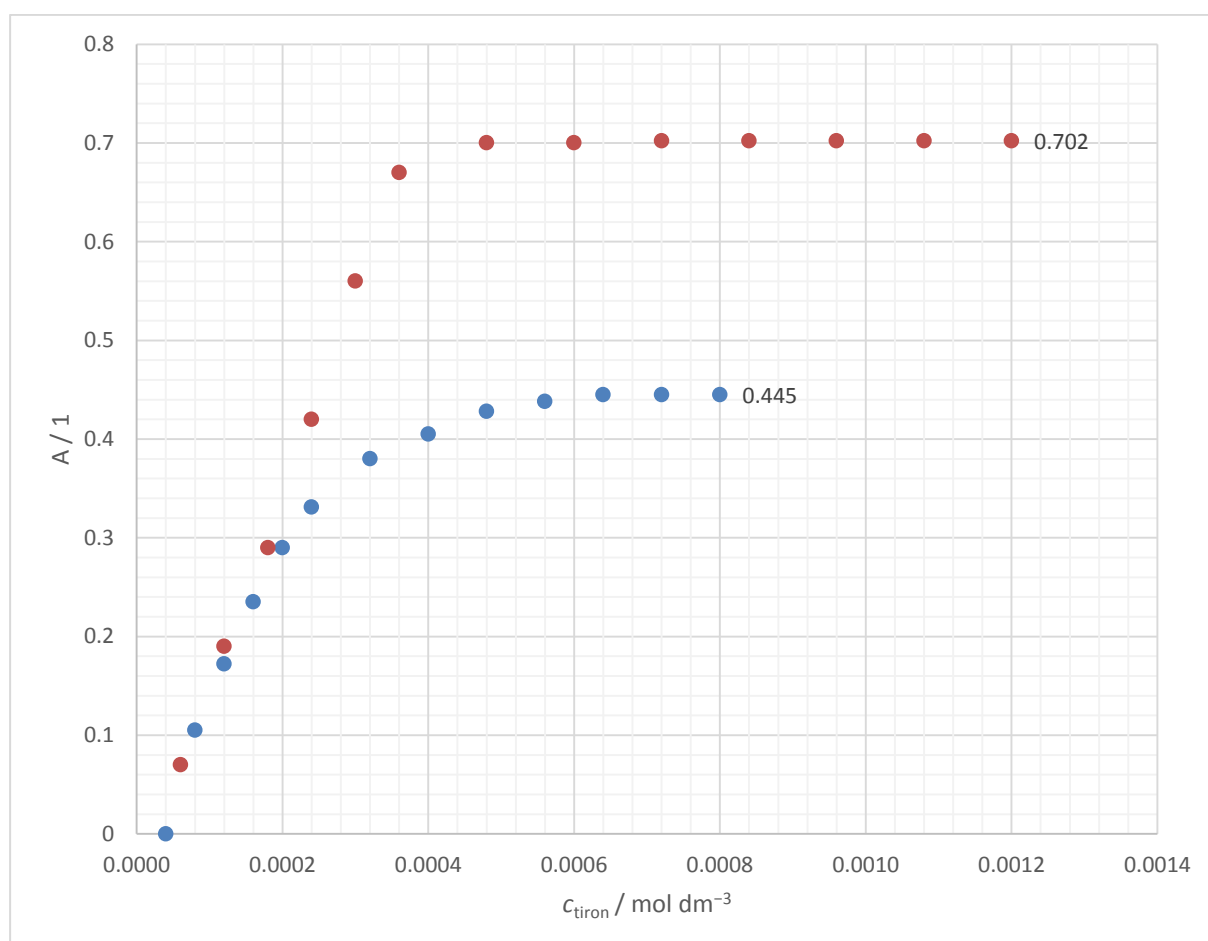
18 BODŮ

Úloha 1 Komplexy železa s metalochromními indikátory

10 bodů

Ionty železa tvoří s mnoha ligandy poměrně intenzivně zbarvené komplexy, které se využívají např. během chelatometrických titrací nebo při spektrofotometrickém stanovení železa ve formě kationtů. V následující úloze se budeme zabývat stechiometrií a stabilitou těchto komplexů, protože obě tyto vlastnosti zásadně ovlivňují provedení a využití komplexů v analýze.

Tiron poskytuje s Fe^{3+} ionty v bazickém prostředí intenzivně zbarvený komplex, který vykazuje maximum absorpce při vlnové délce 480 nm. Používá se při chelatometrickém stanovení železa ve formě Fe^{3+} . Složení tohoto komplexu bylo určeno metodou molárních poměrů. Při $\text{pH} = 9,6$ byly při použití kvety o optické dráze $\ell = 1$ cm nalezeny následující průběhy absorpance:



Obr. 1: Absorbance komplexů Fe^{3+} –tiron při různé koncentraci tironu. Modrá křivka je měřena při koncentraci $\text{Fe}^{3+} 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ a oranžová křivka pro koncentraci $\text{Fe}^{3+} 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

--

1) Jakou barvu má komplex železitých iontů s tironem?

Barva:

body:**2) Z naměřených dat určete stechiometrii komplexu Fe^{3+} s tironem za předpokladu, že při dané vlnové délce absorbuje pouze komplex.**

Úvahy a výpočty:

Stechiometrický poměr Fe^{3+} : tiron:**body:**



- 3) Z naměřených dat určete molární absorpční koeficient komplexu Fe^{3+} -tiron za předpokladu, že při uvedené vlnové délce absorbuje pouze komplex. Výpočet proveďte pro obě koncentrace Fe^{3+} .

Výpočty:

ϵ pro $c(\text{Fe}^{3+}) = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$: $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

ϵ pro $c(\text{Fe}^{3+}) = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$: $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

body:

Železnaté ionty poskytují s o-fenanthrolinem (dále jako „phen“) intenzivně oranžovo-hnědě zbarvený komplex. Tento komplex vykazuje absorpční maximum při vlnové délce 510 nm. Molární absorpční koeficient tohoto komplexu je $12\,100 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Jeho složení bylo zkoumáno metodou kontinuálních variací. Celková koncentrace železnatých iontů a ligandu (tj. součet těchto koncentrací) byla pro všechny experimenty udržována na konstantní hodnotě $c_{\text{total}} = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.



Obr. 2: Zbarvení komplexu Fe^{2+} -phen pro různé složení směsi.

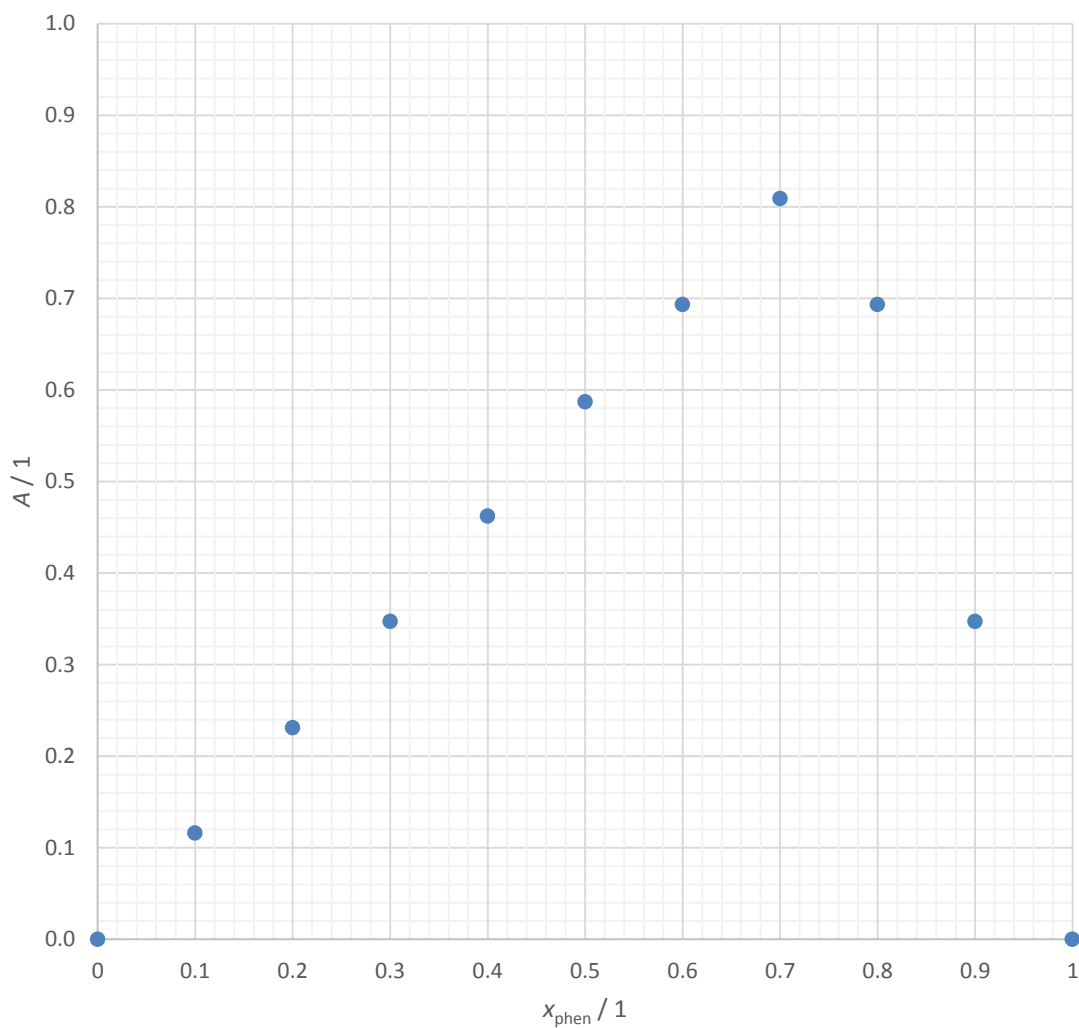
Převzato z https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Analytical_Chemistry_Textbook_Maps



Jednotlivé roztoky pro analýzu byly připraveny ze zásobních roztoků obou látek o koncentraci $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ v 10ml odměrných baňkách. Zavedme nyní značení:

$$x_{\text{phen}} = \frac{n_{\text{phen}}}{n_{\text{phen}} + n_{\text{Fe}^{2+}}}$$

Měřením absorbance směsí o různém x_{phen} v kyvetě o optické tloušťce $\ell = 1,00 \text{ cm}$ byla získána následující závislost:



Obr. 3: Závislost absorbance komplexů Fe^{2+} -phen pro různá složení reakční směsi



- 4) V následující tabulce doplňte pipetáže jednotlivých komponent reakčních směsí (jak phen, tak Fe^{2+} o koncentraci $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$) do odměrných baněk o objemu 10,0 ml tak, aby $c_{\text{total}} = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

Výpočty:

Doplnění tabulky:

$x(\text{phen}) / 1$	$V(\text{phen}) / \text{ml}$	$V(\text{Fe}^{2+}) / \text{ml}$	$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{ml}$
0,0			
0,1			
0,2			
0,3			
0,4			
0,5			
0,6			
0,7			
0,8			
0,9			
1,0			

body:



- 5) Ze závislosti absorbance na x_{phen} určete koeficient y v obecném vzorci komplexu $[\text{Fe}(\text{phen})_y]^{2+}$.
Pozn.: Pokud nebudete schopni vypočítat tento příklad, berte dále $y = 4$.

Výpočty a úvahy:

$y = \dots\dots\dots$

body:

6) Z uvedených dat vypočítejte konstantu stability komplexu Fe^{2+} s *o*-fenanthrolinem.

Výpočty:

$\beta = \dots\dots\dots$

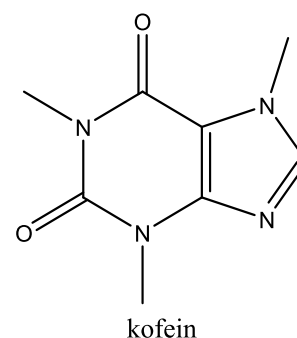
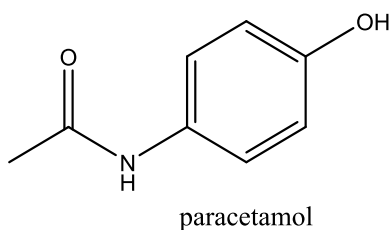
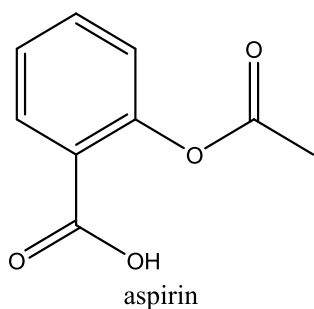
body:



Úloha 2 Analýza analgetik

8 bodů

Spektrofotometrické stanovení vícesložkových směsí nachází velké uplatnění mj. při analýze léčiv. Vhodnou ilustrací a základem pro následující úlohu budiž simultánní stanovení aspirinu, paracetamolu a kofeinu v analgetickém přípravku (např. Acifein).



Vzorek tablety se rozpustí v chloroformu a tento roztok se extrahuje vodným roztokem NaHCO_3 za účelem odstranění aspirinu. Po skončení extrakce je chloroformový roztok zbývajících komponent převeden do 250ml odměrné baňky a doplněn po značku chloroformem. Alikvot 2,00 ml z tohoto chloroformového roztoku je zředěn ve 200ml odměrné baňce chloroformem. Absorbance tohoto výsledného roztoku se pak měří při vlnových délkách 250 nm a 275 nm.

Vodný extrakt s aspirinem se neutralizuje zředěnou HCl a následně se aspirin extrahuje zpět do chloroformu. Spojené chloroformové extrakty aspirinu se zředí chloroformem do 500ml odměrné baňky. Z té se odebere 20,00 ml a zředí se chloroformem do odměrné baňky o objemu 100,0 ml. Absorbance tohoto roztoku se následně měří při 277 nm.

Molární hmotnosti a molární absorpční koeficienty jednotlivých látek jsou:

	M g mol^{-1}	$\epsilon_{250 \text{ nm}}$ $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$	$\epsilon_{275 \text{ nm}}$ $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$	$\epsilon_{277 \text{ nm}}$ $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
kofein	194,08	2200	9900	-
paracetamol	151,06	8400	1200	-
aspirin	180,04	-	-	1100

Vzorek tablety, která byla zpracována výše uvedeným postupem vykazuje následující hodnoty absorpance: 0,466 při 250 nm, 0,164 při 275 nm a 0,600 při 277 nm. Všechna měření byla prováděna v kyteti o optické dráze 1,00 cm.



- 1) Napište vyčíslené chemické rovnice reakcí, které nastávají (a) při protřepávání aspirinu (v rovnici zkrátte jako H-ASA) s roztokem NaHCO_3 a (b) při neutralizaci vodného extraktu pomocí HCl .

a) Rovnice reakce mezi aspirinem a NaHCO_3 :

b) Rovnice neutralizace extraktu pomocí HCl :

body:

- 2) Přepočítejte molární absorpční koeficient aspirinu při 277 nm tak, aby jeho číselná hodnota odpovídala jednotce $\text{dm}^3 \text{mg}^{-1} \text{cm}^{-1}$.

Výpočet:

$\epsilon_{277 \text{ nm}} = \dots \text{dm}^3 \text{mg}^{-1} \text{m}^{-1}$

body:



- 3) Vypočítejte obsah aspirinu v 1 tabletě léčiva za předpokladu, že do extraktu přešlo vždy 100 % extrahované látky.

Výpočet:

$m_{\text{aspirin}} = \dots\dots\dots$ mg

body:

- 4) Vypočítejte obsah paracetamolu a kofeinu v 1 tabletě léčiva.

Výpočet:

$m_{\text{paracetamol}} = \dots\dots\dots$ mg

$m_{\text{kofein}} = \dots\dots\dots$ mg

body:



- 5) Předpokládejme nyní analýzu směsí, které obsahují jen kofein nebo jen paracetamol. Jakou vlnovou délku z výše uvedených (250 nm, 275 nm a 277 nm) byste zvolili pro analýzu (a) paracetamolu, (b) kofeinu?

Nejvhodnější vlnová délka pro stanovení paracetamolu:

Nejvhodnější vlnová délka pro stanovení kofeinu:

body:

- 6) Zdůvodněte, proč se aspirin nejdříve extrahuje ze směsi, když se následně měří ve stejném rozpouštědle jako ostatní komponenty směsi.

Zdůvodnění:

body:



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A	2 II. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A					
1 H 1 1,00794 Vodík																	2 He 2 4,0026 Helium					
2 Li 3 6,941 Lithium	4 Be 4 9,0122 Beryllium																5 B 5 10,811 Bor	6 C 6 12,011 Uhlík	7 N 7 14,007 Dusík	8 O 8 15,999 Kyslík	9 F 9 18,998 Fluor	10 Ne 10 20,179 Neon
3 Na 11 22,990 Sodík	12 Mg 12 24,305 Hořčík																13 Al 13 26,982 Hliník	14 Si 14 28,085 Křemík	15 P 15 30,974 Fosfor	16 S 16 32,06 Síra	17 Cl 17 35,453 Chlor	18 Ar 18 39,948 Argon
4 K 19 39,098 Draslík	20 Ca 20 40,078 Vápník	21 Sc 21 44,956 Skandium	22 Ti 22 47,867 Titan	23 V 23 50,942 Vanad	24 Cr 24 51,996 Chrom	25 Mn 25 54,938 Mangan	26 Fe 26 55,845 Železo	27 Co 27 58,933 Kobalt	28 Ni 28 58,693 Nikl	29 Cu 29 63,546 Měď	30 Zn 30 65,38 Zinek	31 Ga 31 69,723 Gallium	32 Ge 32 72,61 Germanium	33 As 33 74,922 Arzen	34 Se 34 78,971 Selen	35 Br 35 79,904 Brom	36 Kr 36 83,798 Krypton					
5 Rb 37 85,468 Rubidium	38 Sr 38 87,62 Stroncium	39 Y 39 88,906 Yttrium	40 Zr 40 91,224 Zirkonium	41 Nb 41 92,906 Niob	42 Mo 42 95,95 Molybden	43 Tc 43 -98 Technecium	44 Ru 44 101,07 Ruthenium	45 Rh 45 102,91 Rhodium	46 Pd 46 106,42 Palladium	47 Ag 47 107,87 Stříbro	48 Cd 48 112,41 Kadmium	49 In 49 114,82 Indium	50 Sn 50 118,71 Cín	51 Sb 51 121,75 Antimon	52 Te 52 127,60 Tellur	53 I 53 126,90 Jod	54 Xe 54 131,29 Xenon					
6 Cs 55 132,91 Cesium	56 Ba 56 137,33 Baryum		72 Hf 72 178,49 Hafnium	73 Ta 73 180,95 Tantal	74 W 74 183,84 Wolfram	75 Re 75 186,21 Rhenium	76 Os 76 190,23 Osmium	77 Ir 77 192,22 Iridium	78 Pt 78 195,08 Platina	79 Au 79 196,97 Zlato	80 Hg 80 200,59 Rtuť	81 Tl 81 204,38 Thallium	82 Pb 82 207,20 Olovo	83 Bi 83 208,98 Bismut	84 Po 84 -209 Polonium	85 At 85 -210 Astat	86 Rn 86 -222 Radon					
7 Fr 87 -223 Francium	88 Ra 88 226,03 Radium		104 Rf 104 261,11 Rutherfordium	105 Db 105 262,11 Dubnium	106 Sg 106 263,12 Seaborgium	107 Bh 107 262,12 Bohrium	108 Hs 108 270 Hassium	109 Mt 109 268 Meitnerium	110 Ds 110 281 Darmstadtium	111 Rg 111 280 Roentgenium	112 Cn 112 277 Kopernicium	113 Nh 113 -287 Nihonium	114 Fl 114 289 Flerovium	115 Mc 115 -288 Moskovium	116 Lv 116 -289 Livermorium	117 Ts 117 -291 Tennessin	118 Og 118 293 Oganesson					

Diagram illustrating the structure of a periodic table element cell for Vanadium (V):

- Relativní atomová hmotnost: 50,942
- Značka: V
- Elektronegativita: 1,50
- Název: Vanad
- Protonové číslo: 23

6 LANTHANOIDY	57 La 57 138,91 Lanthan	58 Ce 58 140,12 Cer	59 Pr 59 140,91 Praseodym	60 Nd 60 144,24 Neodym	61 Pm 61 -145 Promethium	62 Sm 62 150,36 Samarium	63 Eu 63 151,96 Europium	64 Gd 64 157,25 Gadolinium	65 Tb 65 158,93 Terbium	66 Dy 66 162,50 Dysprosium	67 Ho 67 164,93 Holmium	68 Er 68 167,26 Erbium	69 Tm 69 168,93 Thulium	70 Yb 70 173,04 Ytterbium	71 Lu 71 174,97 Lutecium
7 AKTINOIDY	89 Ac 89 227,03 Aktinium	90 Th 90 232,04 Thorium	91 Pa 91 231,04 Proaktinium	92 U 92 238,03 Uran	93 Np 93 237,05 Neptunium	94 Pu 94 {244} Plutonium	95 Am 95 -243 Americium	96 Cm 96 -247 Curium	97 Bk 97 -247 Berkelium	98 Cf 98 -251 Kalifornium	99 Es 99 -252 Einsteinium	100 Fm 100 -257 Fermium	101 Md 101 -258 Mendělevium	102 No 102 -259 Nobelium	103 Lr 103 -260 Lawrencium