



54. ročník

2017/2018

TEORETICKÁ ČÁST NÁRODNÍHO KOLA

kategorie E

ZADÁNÍ (50 BODŮ)

časová náročnost: 180 minut

ANORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ****PRACOVNÍ LIST**

Body celkem

Úloha 1 Síla kyselin a bází**8 bodů**

Kyseliny můžeme rozdělit na silné a slabé. Dalším hlediskem rozdělení kyselin může být jejich sytnost. Důležitou charakteristikou kyselin je jejich disociační konstanta pK_a , příklady disociačních konstant vybraných kyselin jsou uvedeny v Tabulce 1.

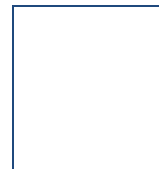
Tabulka 1: Hodnoty pK_a kyselin

kyselina	$pK_{a,1}$	$pK_{a,2}$	$pK_{a,3}$
H ₂ S	6,99	12,89	–
H ₂ SO ₃	1,76	5,30	–
H ₂ SO ₄	0,40	1,98	–
H ₃ PO ₄	2,16	7,21	12,32
CH ₃ COOH	4,76	–	–

1) Vysvětlete, v čem spočívá (a na čem závisí) síla kyselin.

Vysvětlení:

body:



- 2) Zapište rovnice následných disociací kyseliny sírové do všech stupňů. V disociačních rovnicích kyseliny sírové vyznačte konjugované páry a popište jednotlivé členy.

Rovnice:

body:

- 3) Porovnejte následující soli odvozené od sloučenin síry z hlediska acidobazického chování ve vodném roztoku: Na_2S , Na_2SO_4 a Na_2SO_3 . Svě vysvětlení případně podložte i chemickými rovnicemi.

Porovnání a případné rovnice:

body:



Od fosforu odvozujeme více kyselin s jedním centrálním atomem fosforu: H_3PO_2 , H_3PO_3 , H_3PO_4 .

4) Porovnejte sytnost těchto kyselin a zdůvodněte dané chování.

Pozn.: Můžete využít strukturní elektronové vzorce.

H_3PO_2 :	H_3PO_3 :	H_3PO_4 :
Zdůvodnění:		
body:		

5) Pokud stanovujeme H_3PO_4 alkalimetrycky, můžeme ji úplně ztitrovat (tedy ztitrovat do posledního disociačního stupně)? Odpověď zdůvodněte.

Odpověď a zdůvodnění:
body:

V organické chemii se využívá pro nitrační reakce tzv. nitrační směs, která poskytuje kation NO_2^+ nutný pro např. elektrofilní substituční nitrace na aromatických systémech.

6) Jaké je složení nitrační směsi?

Složení:
body:

--

7) Navrhněte vznik kationtu NO_2^+ v nitrační směsi. Mechanismus popište chemickými rovnicemi.

Mechanismus:

body:

Disociační konstantou acidity lze charakterizovat i báze.

8) Zapište rovnici disociace pro danou formu amoniaku, která je popsána disociační konstantou acidity. Uveďte zároveň i matematické vyjádření disociační konstanty acidity této species.

Rovnice:

Disociační konstanta (vztah):

body:

9) Odvoďte a vyjádřete disociační konstantu bazicity K_b pro amoniak pomocí disociační konstanty acidity K_a .

Odvození:

$K_b =$

body:



Od amoniaku jsou odvozeny různé dusíkaté látky. Tyto látky mají různé acidobazické vlastnosti. Názvy těchto látek a jejich hodnoty pK_b jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Hodnoty pK_b bází

báze	$pK_{b,1}$	$pK_{b,2}$
amoniak	4,75	-
dimethylamin	3,23	-
hydrazin	6,05	13,05
hydroxylamin	8,04	-
methylamin	3,40	-

10) Seřadte látky uvedené v Tabulce 2 podle vzrůstající bazicity (uvažujte disociaci do 1. stupně).

Pořadí bází:

body:

11) Vysvětlete slabší/silnější bazicitu hydroxylaminu a methylaminu ve srovnání s amoniakem.

Vysvětlení:

body:



V určitých případech nemusíme reakce provádět pouze ve vodném prostředí, ale můžeme využít i tzv. bezvodé prostředí. Využíváme toho hlavně u slabých kyselin a zásad.

12) Vysvětlete, proč např. titrace slabých kyselin či zásad provádíme v bezvodém prostředí?

Vysvětlení:

body:

13) Zapište chemické rovnice acidobazických reakcí octové kyseliny v uvedených rozpouštědlech a vysvětlete, proč se takto octová kyselina v jednotlivých případech chová?

a) voda

b) bezvodý amoniak

c) kyselina chlorovodíková

a) Rovnice:

Vysvětlení:

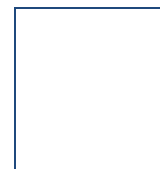
b) Rovnice:

Vysvětlení:

c) Rovnice:

Vysvětlení:

body:

**Úloha 2 Tlumicí nebo tlumivé roztoky?****8 bodů**

Pufry (z německého *der Puffer*, nárazník) neboli ústojné či tlumivé roztoky jsou schopné udržovat v určitém rozmezí stabilní pH po přidání kyseliny či zásady do systému. Pufry rozdělujeme na kyselé a zásadité. Důležitou vlastností charakterizující pufr je pufrací kapacita.

1) Z jakých dvou složek se skládá zásaditý pufr? Uveďte konkrétní příklad tohoto pufru.

Složení:

Příklad:

body:

2) Zapište chemickými rovnicemi, co se stane po přidání silné zásady (reprezentované ionty OH^-) k libovolnému kyselému pufru.

Vysvětlení (rovnice):

body:

3) Vypočítejte

a) hmotnost NaOH,

b) jeho molární koncentraci a

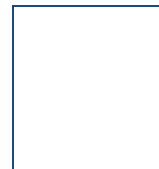
c) hmotnostní zlomek v roztoku,

který získáme jeho rozpuštěním ve 100 cm^3 roztoku ($\rho = 1,0025 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), když víte, že po přidání $711,52 \mu\text{L}$ ledové octové kyseliny (zkr. AcOH, předpokládejte 100% octovou kyselinu, $\rho = 1,055 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) k tomuto roztoku a doplněním vodou na celkový objem 250 cm^3 je pH výsledného roztoku pufru 4,76. Pokud není uvedeno jinak, předpokládejte, že hustota roztoků je rovna 1. Uveďte všechny kroky vedoucí k výsledkům. Mohly by se vám hodit vztahy uvedené v Tabulce 3.

$$M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{AcOH}) = 60,053 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

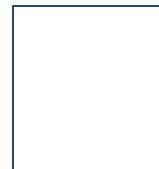
$$\text{p}K_{\text{a}}(\text{AcOH}) = 4,76$$



Tabulka 3: Vzorce pro výpočet pH

$\text{pH} = \frac{1}{2}\text{p}K_a - \frac{1}{2}\log c_a$	$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2}\text{p}K_b + \frac{1}{2}\log c_b$
$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\text{p}K_a + \frac{1}{2}\log c_s$	$\text{pH} = 7 - \frac{1}{2}\text{p}K_b - \frac{1}{2}\log c_s$
$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{c_a}{c_s}$	$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \log \frac{c_b}{c_s}$

Výpočty a úvahy:



a) hmotnost NaOH:

$m(\text{NaOH}) = \dots\dots\dots \text{g}$

b) molární koncentrace NaOH:

$c(\text{NaOH}) = \dots\dots\dots \text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

c) hmotnostní zlomek NaOH:

$w(\text{NaOH}) = \dots\dots\dots \%$

body:

ORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ****PRACOVNÍ LIST**

Body celkem

Úloha 1 Příprava aminů**5 bodů**

Jak již víte, často se při přípravě primárních a sekundárních aminů používá nepřímý postup, ve všech těchto případech se alkyluje chráněný derivát amoniaku.

- 1) K přípravě čistých primárních aminů je možné využít Gabrielovu metodu. Využijte tuto metodu pro přípravu butan-1,4-diaminu z 1,4-dibrombutanu. Zapište přípravu vyčíslenou příslušnou rovnicí včetně činidla.

Příprava:

body:

- 2) Při reakci 1,4-dibrombutanu s nadbytkem amoniaku vzniká jiný produkt, napište jeho název a vzorec.

Vzorec:

Název:

body:

--

- 3) Obecně při přípravě primárních aminů, které jsou poměrně silnou bází a konkurují amoniaku při reakci s další molekulou halogenidu, vznikají i aminy sekundární, terciární, dokonce i kvartérní soli. Jak je možné v těchto případech zvýšit výtěžek primárních aminů?

Odpověď:

body:

**Úloha 2 Reakce dusíkatých sloučenin****6 bodů**

Dusíkaté sloučeniny poskytují řadu zajímavých reakcí, které jsou výrazně ovlivněny acidobazickými vlastnostmi zúčastněných látek, případně jejich rozpustností.

Při působení acetylchloridu a acetanhydridu na anilin mohou probíhat následující děje:

a) acetylchlorid reaguje s anilinem v molárním poměru 1:2

b) acetanhydrid reaguje s anilinem v molárním poměru 1:1

1) Zapište oba děje rovnicemi.

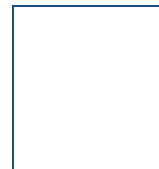
a)

b)

body:**2) Vysvětlete rozdílný průběh dějů v předcházejícím případě.**

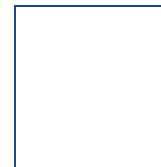
Vysvětlení:

body:



- 3) Látka *A* je primární amin se sumárním vzorcem C_7H_9N a poskytuje působením kyseliny dusité látku *B* se sumárním vzorcem C_7H_8O , která není rozpustná v hydroxidu sodném. Látka *B* poskytuje oxidací manganistanem draselným látku *C* se sumárním vzorcem $C_7H_6O_2$ rozpustnou v hydroxidu sodném i hydrogenuhličitanu sodném. Zapište vzorcem látky *A*, *B* a *C* a uveďte jejich názvy.

A	B	C
Vzorec:	Vzorec:	Vzorec:
Název:	Název:	Název:
.....
body:		

**Úloha 3 Aminy při sledování čistoty vody****5 bodů**

Jedním z velmi sledovaných ukazatelů čistoty vody je obsah dusitanů. Obvykle se vyskytují ve vodě s nedostatkem kyslíku, kde vznikají redukcí dusičnanů. Limitní hodnota obsahu dusitanů v pitné vodě je 0,5 mg/l. Pro člověka jsou toxické, způsobují oxidaci hemoglobinu na hemoglobin (methemoglobin), v trávicím traktu dochází k jejich přeměně na tzv. nitrosaminy, případně nitrosamidy, které jsou podezřelé z karcinogenního účinku.

K důkazům malých množství dusitanů ve vodách je možné užít benzen-1,3-diamin (tzv. MPD, m-fenylendiamin), při zkoušce vznikají hnědé produkty.

1) Na jakém principu je zkouška na dusitany ve vodě založena?

Odpověď:

body:**2) Zapište vzorci složení 2 hlavních organických produktů vznikající při uvedené zkoušce.**

1. produkt:

2. produkt:

body:

FYZIKÁLNÍ CHEMIE**18 BODŮ****PRACOVNÍ LIST**

Body celkem

Vztahy, které by se mohly hodit (vzorečkovník):

Měrná vodivost (konduktivita):

$$\kappa = C \cdot G$$

Molární vodivost:

$$\Lambda = \frac{\kappa}{c}$$

Limitní molární vodivost při nekonečném zředění a její vztah s limitními molárními vodivostmi iontů (λ° – limitní molární vodivost iontu, ν – počet iontů, které látka disociací poskytuje):

$$\Lambda^\circ = \lim_{c \rightarrow 0} \Lambda = \nu_+ \cdot \lambda^\circ_+ + \nu_- \cdot \lambda^\circ_-$$

Faradayův zákon pro elektrolýzu (F – Faradayova konstanta, $F = 96\,485 \text{ C mol}^{-1}$):

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$$

Stavová rovnice ideálního plynu:

$$pV = n \cdot R \cdot T$$

Koncentrační závislost vodivosti silného elektrolytu (Kohlrauschův zákon; K – experimentální konstanta)

$$\Lambda = \Lambda^\circ - K \cdot \sqrt{c}$$

Závislost vodivosti slabého elektrolytu (α – stupeň disociace slabého elektrolytu):

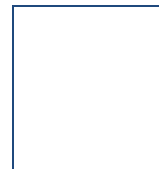
$$\Lambda = \alpha \cdot \Lambda^\circ$$

Nernstova rovnice pro potenciál:

$$E = E^\circ(\text{ox/red}) - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_{\text{red}}}{a_{\text{ox}}}$$

Výkon spotřebiče:

$$p = U \cdot I$$



V modelovém elektrolyzáru se při elektrolýze roztoku HCl, se za 15 minut vyloučí na katodě 100 ml H₂ při teplotě 20 °C a tlaku 100 kPa.

4) Vypočítejte, jaký proud soustavou tekl (za předpokladu konstantního odporu a napětí) a jaký náboj soustavou prošel.

Výpočet:

Proud: A

Náboj: C

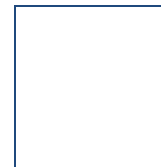
body:

5) Kolik gramů chloru při reakci vzniklo?

Výpočet:

Hmotnost: g

body:



Průmyslové elektrolyzéry pracují s podstatně většími proudy a vyžadují tak velké dodávky elektrické energie. Běžný průmyslový elektrolyzér pracuje s proudem kolem 10 kA. Předpokládejme nyní pro jednoduchost, že bude elektrolyzovat 1M kyselinu chlorovodíkovou za standardních podmínek.

- 6) **Odhadněte, jaké bude nejmenší rozkladné napětí takového roztoku HCl (tj. při jakém nejmenším napětí bude docházet k elektrolýze za vzniku H₂ a Cl₂)?**

Standardní redukční potenciály $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,358 \text{ V}$, $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,000 \text{ V}$, parciální tlaky plynů nad elektrodami předpokládejte 101 325 Pa (tedy standardní) a teplotu 25 °C.

Výpočet:

Napětí: V

body:

- 7) **Jaký příkon bude mít takový elektrolyzér, pokud je jeho účinnost 60 %?**

Pozn. Pokud se vám nepodařilo vypočítat předchozí příklad, uvažujte rozkladné napětí 1,5 V.

Výpočet:

Příkon: kW

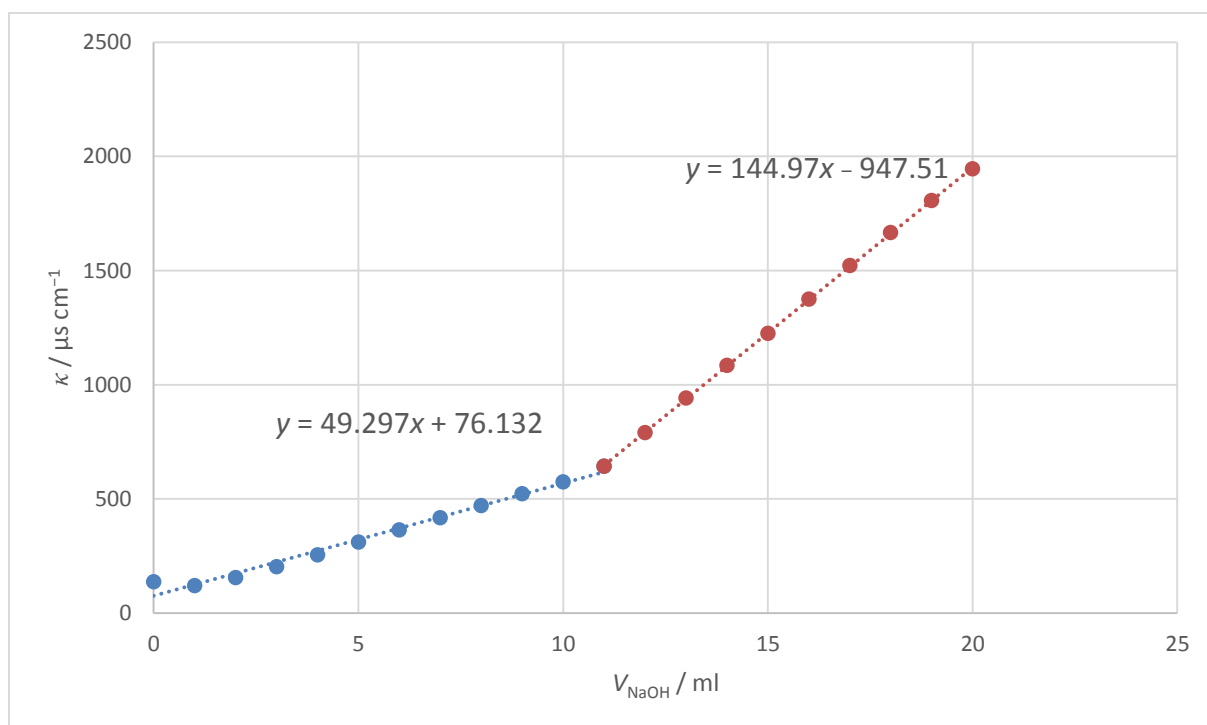
body:

**Úloha 2 Konduktometrické stanovení kyseliny octové v octu****5 bodů**

Ocet je potravinářská přísada a konzervační činidlo, jehož hlavní složkou je kyselina octová v koncentraci podle druhu octa od 4 do 18 % hm. Potravinářský ocet se vyrábí oxidací tekutin obsahujících ethanol, například vinný ocet z vína. Během oxidace bakterie rodu *Acetobacter* oxidují za přítomnosti kyslíku ethanol na kyselinu octovou. Ocet se v potravinářství užívá jednak ke konzervaci zeleniny, jednak jako okyselující součást pokrmů v řadě kuchyní světa. Byl takto používán již v antice.

V této úloze se budeme zabývat stanovením obsahu kyseliny octové v octu pomocí konduktometrické titrace. Pro stanovení bylo naváženo 7,5277 g octa a převedeno do 100 ml odměrné baňky, z které byl dále vzorek připraven odpipetováním 20 ml alikvoty a naředěním destilovanou vodou v odměrné baňce na 250 ml. Tento roztok byl nalit do kádinky, vložena konduktometrická cela a míchadlo.

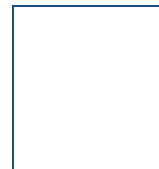
Roztok octa byl za míchání titrován roztokem NaOH o koncentraci $0,1853 \text{ mol dm}^{-3}$. Naměřená data jsou znázorněna v grafu níže.



1) Zapište chemickou reakci probíhající při titraci.

Rovnice:

body:

**2) Určete spotřebu NaOH v bodě ekvivalence s přesností na dvě desetinná místa.**

Postup:

Spotřeba: ml

body:**3) Vypočítejte obsah kyseliny octové ve vzorku octa v % hm.**

Pozn. Pokud se vám nepodařilo vypočítat objem NaOH v bodě ekvivalence, použijte náhradní hodnotu 10 ml.

Výpočet:

Obsah: %

body:

--

4) Z jakého důvodu se v bodě ekvivalence skokově mění vodivost? Vysvětlete.

Vysvětlení:

body:

Na grafu konduktometrické titrační křivky si můžete povšimnout minima vodivosti kolem spotřeby $V_{\text{NaOH}} = 1$ ml. Toto minimum vykazuje každá titrační křivka slabé kyseliny silnou bází.

5) Vysvětlete vznik tohoto minima.

Vysvětlení:

body:

**Úloha 3 Disociace kyseliny mravenčí****6,5 bodu**

Kyselina mravenčí, též methanová kyselina, je nejjednodušší karboxylovou kyselinou. Z jejího vzorce vyplývá, že na karboxylovou skupinu $-\text{COOH}$ je vázán pouze jeden atom vodíku. S touto kyselinou a jejím výskytem v přírodě jste se již seznámili ve školním kole chemické olympiády při výpočtech pH.

Je to bezbarvá, na vzduchu dýmající, ostře páchnoucí kapalina s leptavými účinky. Její teplota tání a hlavně teplota varu jsou podobně vysoké jako u vody. Má silné redukční účinky. Je nejsilnější z karboxylových kyselin, protože neobsahuje žádný uhlíkatý řetězec, který by působil kladným indukčním efektem. Syntetická kyselina mravenčí se užívá k výrobě barviv, na odstraňování bradavic, v gumárenském průmyslu a v koželužství k odvápnění kůže, též jako přídatná látka do potravin pod označením E 236. Používá se také do přípravků na čištění vodního a močového kamene ve WC. Přes všechny uvedené účinky se jedná o slabou kyselinu.

1) Na základě struktury kyseliny mravenčí vysvětlete její relativně vysoký bod varu.

Vysvětlení:

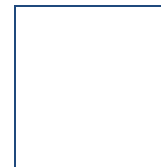
body:**2) Z jakého důvodu má kyselina mravenčí (např. v porovnání s kyselinou octovou) vyšší redukční účinky? Vysvětlení proveďte na základě výpočtu oxidačního čísla atomu uhlíku v karboxylové skupině u kyseliny mravenčí a u kyseliny octové.**

Vysvětlení:

Oxidační číslo – Kyselina mravenčí:

Oxidační číslo – Kyselina octová:

body:



V následujícím úkolu se zaměříme na výpočet disociační konstanty kyseliny mravenčí při 18 °C. V roztoku této kyseliny o molární koncentraci 0,1 mol dm⁻³ byla naměřena měrná elektrická vodivost 1,53 · 10⁻¹ S m⁻¹.

Limitní molární vodivosti iontů při nekonečném zředění jsou:

$$\lambda^{\circ}(\text{H}^+) = 3,15 \cdot 10^{-2} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$\lambda^{\circ}(\text{HCOO}^-) = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

3) Zapište výraz pro disociační konstantu kyseliny mravenčí pomocí rovnovážných koncentrací iontů, na které disociuje. Uvažujte Arrheniovskou disociaci.

$K_a =$

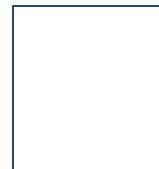
body:

4) Z uvedených údajů vypočítejte stupeň disociace kyseliny mravenčí.

Výpočet:

Stupeň disociace: %

body:

**5) Určete pK_a kyseliny mravenčí.**

Pozn. Pokud jste nevypočítali předchozí příklad, použijte náhradní hodnotu stupně disociace 5 %.

Výpočet:

 $pK_a = \dots\dots\dots$ **body:****6) Jaké je pH měřeného roztoku?**

Výpočet:

 $pH = \dots\dots\dots$ **body:**



54. ročník

2017/2018

NÁRODNÍ KOLO

kategorie E

ZADÁNÍ 1. PRAKTICKÉ ČÁSTI (20 BODŮ)

časová náročnost: 120 minut

Úloha: Identifikace organické kyseliny alkalimetricky

20 bodů

Některé organické kyseliny lze kvantitativně neutralizovat roztokem alkalického hydroxidu. Této reakce můžeme využít k odměrnému stanovení množství kyseliny v roztoku. Stanovení je založeno na titraci roztoku kyseliny odměrným roztokem hydroxidu sodného za použití acidobazických indikátorů.

Východiskem pro vaši práci bude roztok, který obsahuje 3,0000 g organické kyseliny v odměrné baňce o objemu 100 ml. Roztok obsahuje jednu z následujících kyselin:

- kyselina mravenčí, octová, propionová, máselná, mléčná

Vaším úkolem bude na základě výsledků titrace určit, která kyselina byla rozpuštěna v předloženém vzorku.

Pomůcky:

- lodička
- lžička
- nedělená pipeta 20 ml
- 3× titrační baňka 250 ml
- 3× kádinka 250 ml
- kádinka 400 ml
- odměrný válec 50 ml
- byreta s teflonovým kohoutem nebo s kuličkou 50 ml
- malá nálevka na doplnění byrety
- pipetovací balónek nebo nástavec
- lihový fix

Chemikálie:

- NaOH, $c \cong 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$,
- $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ p. a.
- fenolftalein, 0,1% ethanolický roztok
- vzorek – organická kyselina ve 100ml odměrné baňce

Postup:

Proveďte standardizaci odměrného roztoku hydroxidu sodného:

- 1) Pro stanovení koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného odvažte přibližně přesně 0,6 g dihydrátu kyseliny šťavelové.
- 2) Navážku rozpustte v titrační baňce v 50 ml destilované vody a přidejte 3 kapky fenolftaleinu.
- 3) Roztok titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného do růžového zbarvení a zapište spotřebu.
- 4) Celý postup standardizace opakujte celkem 3×.

Proveďte stanovení organické kyseliny alkalimetricky:

- 1) Odměrnou baňku se vzorkem organické kyseliny doplňte destilovanou vodou po rysku a promíchejte.
- 2) Do titrační baňky odpipetujte 20 ml připraveného vzorku organické kyseliny a přidejte 3 kapky fenolftaleinu.
- 3) Roztok kyseliny titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného do barevné změny a zapište spotřebu.
- 4) Celý postup stanovení vzorku opakujte celkem 3× a vypočítejte látkové množství kyseliny v odměrné baňce (100 ml) a v 1 litru roztoku.

Úkoly (odpovědi запиšte do pracovního listu):

- 1) **Provedte standardizaci odměrného roztoku NaOH, запиšte jednotlivé spotřeby a vypočítejte průměrnou spotřebu odměrného roztoku.**
- 2) **Provedte titraci vzorku neznámé kyseliny, запиšte jednotlivé spotřeby a vypočítejte průměrnou spotřebu odměrného roztoku.**
- 3) **Napište rovnici standardizace roztoku NaOH.**
- 4) **Vypočítejte přesnou koncentraci roztoku NaOH.**
- 5) **Vypočítejte látkové množství organické kyseliny v odměrné baňce (100 ml).**
- 6) **Určete, která kyselina byla předložena v odměrné baňce.**
- 7) **Hodnocená je i technika práce, sestavení aparatury, používání ochranných prostředků, pořádek na stole a závěrečný úklid pracovního místa.**

PRAKTICKÁ ČÁST**40 BODŮ****PRACOVNÍ LIST**

Body celkem

Úloha 1 Identifikace organické kyseliny alkalimetricky**20 bodů****1) Standardizace roztoku NaOH:**

Standardizace NaOH	1	2	3	Průměr
$m(\text{kys. štavelová})$				-
$V(\text{NaOH}) / \text{ml}$				
				body:

2) Stanovení organické kyseliny:

Spotřeba NaOH	1	2	3	Průměr
$V(\text{NaOH}) / \text{ml}$				
				body:

3) Napište rovnici reakce probíhající při standardizaci NaOH.

Standardizace NaOH (chemická rovnice):
body:

--

4) Vypočítejte přesnou koncentraci roztoku NaOH, $M_r((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 126,065$.

Výpočet přesné koncentrace roztoku NaOH:

Přesná koncentrace roztoku NaOH: mol·dm⁻³

body:

5) Vypočítejte látkové množství organické kyseliny v odměrné baňce (100 ml).

Výpočet:

$n(\text{kyselina}) = \dots \text{ mol}$

body:

--

6) Určete, která kyselina byla předložena v odměrné baňce.

Kyselina:	body:

7) Hodnocení laboratorní techniky a bezpečnosti práce v laboratoři.

Maximum bodů, které zde můžete získat je 5. Bodové srážky po 0,5 bodu udělují organizátoři zejména za nepořádek na laboratorním stole, nedodržení bezpečnosti práce, absenci ochranných pomůcek, chybnou techniku práce, nesprávně sestavenou aparaturu a opuštění pracovního místa bez úklidu.

body:



54. ročník

2017/2018

NÁRODNÍ KOLO

kategorie E

ZADÁNÍ 2. PRAKTICKÉ ČÁSTI (30 BODŮ)

časová náročnost: 180 minut

Úloha: Stanovení směsi HCl a CH₃COOH vedle sebe elektrochemicky 30 bodů

Některé směsi různě silných kyselin lze kvantitativně neutralizovat roztokem alkalického hydroxidu. Této reakce můžeme využít k odměrnému stanovení množství kyselin v roztoku. Stanovení je založeno na titraci roztoku směsi kyselin odměrným roztokem hydroxidu sodného za použití potenciometrické a konduktometrické titrace.

Měření rovnovážného napětí v elektrochemických člancích se často používá ke stanovení konce titrace. Potenciometricky lze indikovat jakoukoli titraci, pokud je k dispozici elektroda, která reaguje na změny koncentrace titrované látky, titračního činidla, popř. reakčního produktu. Běžné jsou titrace acidobazické se skleněnou elektrodou. Roztok se po přidání titračního činidla promíchává, aby se rychleji ustavila rovnováha. Potenciál se odečítá po každém přidavku titračního činidla a vynáší se do grafu jako závislost pH na objemu přidaného titračního činidla.

Konduktometrická titrace využívá ke zjištění titrační křivky závislost vodivosti titrovaného roztoku na objemu přidávaného titračního činidla. Tento způsob indikace je úspěšný, vzniká-li při titraci sloučenina málo disociovaná nebo málo rozpustná. V takovém případě je změna vodivosti před bodem ekvivalence jiná než po jeho překročení. Vodivost titrovaného roztoku určují všechny jeho disociované složky. Vzhledem k tomu, že vodivost je lineární funkcí koncentrace, jsou titrační křivky obvykle dány dvěma přímkami s rozdílnými směrniciemi. Průsečík těchto linií určuje konec titrace. Přidávky titračního činidla nemají významně zvětšovat objem titrovaného roztoku. Proto se k titracím volí titrační činidlo asi 20 až 100× koncentrovanější než je titrovaný roztok.

Při neutralizačních titracích se uplatňují ionty H⁺ a OH⁻, které mají mnohem větší vodivost než ostatní ionty. Titruje-li se silnou zásadou (NaOH), závisí směrnice titrační linie do bodu ekvivalence na stupni disociace kyseliny.

Předložený roztok obsahuje směs kyseliny chlorovodíkové a kyseliny octové. Vaším úkolem bude na základě výsledků titrace určit obsah jednotlivých kyselin v mol·dm⁻³ v předloženém vzorku.

Pomůcky:

- počítač se softwarovým vybavením,
- pH metr,
- kombinovaná pH elektroda,
- konduktometr,
- konduktometrická cela,
- elektromagnetická míchačka,
- elektromagnetické míchadlo,
- titrační baňka 250 ml (2×),
- kádinka 250 ml (2×),
- kádinka 100 ml (2×),
- kádinka 400 ml (1×),
- odměrný válec 50 ml,
- dělená pipeta 25 ml,
- dělená pipeta 5 ml,
- byreta s teflonovým kohoutem 25 ml, nálevka, stojan s příslušenstvím – na NaOH,
- byreta s kohoutem 50 ml, nálevka, stojan s příslušenstvím – na (COOH)₂,
- stříčka s destilovanou vodou,
- odměrná baňka 100 ml se vzorkem směsi kyselin.

Chemikálie:

- NaOH, $c \approx 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$,
- (COOH)₂, $c = 0,0500 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$,
- fenolftalein, 0,1% ethanolický roztok,
- vzorek směsi kyselin.

Postup:

Proveďte standardizaci odměrného roztoku kyseliny šťavelové:

- 1) Vypočtete objem hydroxidu sodného ($c \approx 1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) vhodný ke stanovení koncentrace na kyselinu šťavelovou $c = 0,0500 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ na indikátor fenolftalein.
- 2) Do titrační baňky odpipetujte tento objem hydroxidu sodného, zřeďte asi na 100 ml, přidejte několik kapek fenolftaleinu a proveďte neutralizační titraci s vizuální indikací bodu ekvivalence.
- 3) Celý postup standardizace opakujte celkem 3×.

Proveďte stanovení směsi kyselin:

- 1) Vzorek v předložené odměrné baňce doplňte destilovanou vodou po rysku a promíchejte. Odpipetujte 10 ml vzorku do 400 ml kádinky a zřeďte na 250–300 ml destilovanou vodou.
- 2) Kádinku umístěte na elektromagnetickou míchačku, vložte míchadlo, soustavu potenciometrických a konduktometrických elektrod a zapněte míchání.
- 3) Titrujte přidáváním odměrného činidla po 0,5 ml a po ustálení zaznamenávejte hodnoty pH a vodivosti tak dlouho, až bude v roztoku nadbytek odměrného roztoku hydroxidu sodného.

Úkoly (odpovědi запиšte do pracovního listu):

- 1) **Napište rovnici reakce probíhající při standardizaci NaOH.**
- 2) **Vypočítejte pipetaci NaOH, uveďte spotřeby kys. šťavelové a vypočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného.**
- 3) **Proveďte vlastní stanovení směsi kyselin – proveďte titraci s potenciometrickou a konduktometrickou detekcí a vyplňte tabulku. S pomocí tabulkového editoru sestrojte potenciometrickou titrační křivku $\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$ a konduktometrickou titrační křivku $G = f(V_{\text{NaOH}})$ a grafy vytiskněte.**
- 4) **Odečtěte spotřeby NaOH k neutralizaci jednotlivých kyselin, запиšte rovnice probíhajících neutralizačních reakcí a vypočítejte koncentrace kyselin ve vzorku. Zdůvodněte volbu bodů ekvivalence a volbu stanovení, ze kterého provádíte odečet.**
- 5) **Vysvětlete, proč je možné tímto způsobem stanovit směs silné a slabé kyseliny.**
- 6) **Hodnocená je i technika práce, sestavení aparatury, používání ochranných prostředků, pořádek na stole a závěrečný úklid pracovního místa.**

PRAKTICKÁ ČÁST**40 BODŮ****PRACOVNÍ LIST**

Body celkem

Úloha 1 Stanovení směsi HCl a CH₃COOH vedle sebe elektrochemicky**30 bodů****1) Napište rovnici reakce probíhající při standardizaci NaOH.**

Standardizace NaOH (chemická rovnice):

body:**2) Vypočítejte pipetaci NaOH, uveďte spotřeby kys. šťavelové a vypočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného.**

Výpočet objemu roztoku NaOH vhodného ke standardizaci:

V(NaOH)= ml

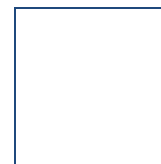
body:

Standardizace (COOH) ₂	1	2	3	Průměr
V((COOH) ₂) / ml				

body:

Výpočet přesné koncentrace roztoku NaOH:

Přesná koncentrace roztoku NaOH: mol·dm⁻³**body:**

**3) Stanovení směsi kyselin:**

Proveďte titraci s potenciometrickou a konduktometrickou detekcí a vyplňte tabulku. S pomocí tabulkového editoru sestrojte potenciometrickou titrační křivku $\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$ a konduktometrickou titrační křivku $G = f(V_{\text{NaOH}})$ a grafy uložte na pracovní plochu počítače.

V(NaOH) / ml	pH / 1	G / mS	V(NaOH) / ml	pH / 1	G / mS
0,0			13,0		
0,5			13,5		
1,0			14,0		
1,5			14,5		
2,0			15,0		
2,5			15,5		
3,0			16,0		
3,5			16,5		
4,0			17,0		
4,5			17,5		
5,0			18,0		
5,5			18,5		
6,0			19,0		
6,5			19,5		
7,0			20,0		
7,5			20,5		
8,0			21,0		
8,5			21,5		
9,0			22,0		
9,5			22,5		
10,0			23,0		
10,5			23,5		
11,0			24,0		
11,5			24,5		
12,0			25,0		
12,5					



- 4) Odečtete spotřeby NaOH k neutralizaci jednotlivých kyselin, zapište rovnice probíhajících neutralizačních reakcí a vypočtete koncentrace kyselin ve vzorku. Zdůvodněte volbu bodů ekvivalence a volbu stanovení, ze kterého provádíte odečet.

V(vzorek) / ml	V(NaOH) / ml	V(NaOH) / ml
	<i>pro HCl</i>	<i>pro CH₃COOH</i>
10		

Rovnice reakcí probíhajících při neutralizaci:

body:

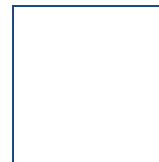
Volba a vysvětlení volby bodů ekvivalence:

Výpočet koncentrace HCl a CH₃COOH ve vzorku:

$c(\text{HCl}) = \dots \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \dots \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

body:



5) Vysvětlete, proč je možné tímto způsobem stanovit směs silné a slabé kyseliny.

	body:
--	--------------

6) Hodnocení laboratorní techniky a bezpečnosti práce v laboratoři.

Maximum bodů, které zde můžete získat je 5. Bodové srážky po 0,5 bodu udělují organizátoři zejména za nepořádek na laboratorním stole, nedodržení bezpečnosti práce, absenci ochranných pomůcek, chybnou techniku práce, nesprávně sestavenou aparaturu a opuštění pracovního místa bez úklidu.

	body:
--	--------------



54. ročník

2017/2018

TEORETICKÁ ČÁST NÁRODNÍHO KOLA

kategorie E

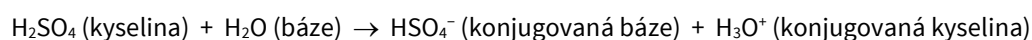
ŘEŠENÍ (50 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ****Úloha 1 Síla kyselin a bází****8 bodů**

- 1) **Vysvětlení:** Síla kyselin závisí na schopnosti odštěpit H^+ , čím ochotněji jej kyselina odštěpuje, tím je silnější. Sílu kyselin udává disociační konstanta acidity.

Za vysvětlení obsahující ochotu odštěpovat H^+ 0,4 bodu.

- 2) **Rovnice:**

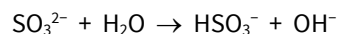


*Za každou rovnici včetně správného vyznačení konjugovaných párů 0,3 bodu.
Celkem 0,6 bodu.*

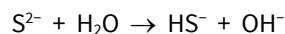
- 3) **Porovnání a případné rovnice:**

Na_2SO_4 – sůl odvozená od silné zásady a silné kyseliny – neutrální sůl, ve vodném prostředí disociuje na ionty, které nepodléhají hydrolyze. Celkově se tedy bude ve vodném roztoku chovat neutrálně.

Na_2SO_3 – sůl odvozená od silné zásady a slabé kyseliny – zásaditá sůl, po disociaci dochází k hydrolyze siřičitanového aniontu. Celkově se tedy bude ve vodném roztoku projevat mírně zásaditě.



Na_2S – sůl odvozená od silné zásady a velmi slabé kyseliny – zásaditá sůl, po disociaci dochází k hydrolyze sulfidového aniontu. Celkově se tedy bude ve vodném roztoku projevat zásaditě.



*Za vysvětlení u každé soli 0,3 bodu.
Celkem maximálně 0,9 bodu.*

- 4) **H_3PO_2** – jednosytná kyselina (kyselina dihydridofosforečná)

H_3PO_3 – dvojsytná kyselina (kyselina monohydridofosforečná)

H_3PO_4 – trojsytná kyselina (kyselina fosforečná)

Zdůvodnění: Sytnost kyselin fosforu souvisí s odštěpováním H^+ – a to z vazby $-O-H$, vodík vázaný přímo na atom fosforu se neodštěpuje (díky němu mají naopak kyseliny H_3PO_2 a H_3PO_3 redukční účinky).

*Za porovnání sytnosti kyselin (uvedení sytnosti) 0,2 bodu.
Za vysvětlení tohoto jevu 0,2 bodu.
Celkem maximálně 0,4 bodu.*

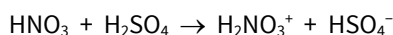
- 5) **Odpověď a zdůvodnění:** H_3PO_4 lze ztitrovat pouze do 2. stupně, jelikož ve 3. stupni ($pK_A = 12,32$) se jedná o velmi slabou kyselinu, jejíž protony nelze ve vodném prostředí běžnými bázemi odštěpit. Ztitrovat lze obecně kyseliny s $pK_A < 9$.

Za vysvětlení 0,3 bodu.

- 6) **Složení:** Jedná se o směs kyseliny dusičné a sírové v poměru 1:2 mol.

Za složení nitrační směsi 0,2 bodu.

7) **Mechanismus:**



Za navržený mechanismus 0,6 bodu.

8) **Rovnice:** $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

Disociační konstanta (vztah):
$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

Za rovnici disociace 0,3 bodu.

Za vztah pro disociační konstantu 0,3 bodu.

Celkem 0,6 bodu.

9) **Odvození:**

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

Porovnáním s K_a , zjistíme, že se ve výrazu pro K_b vyskytuje převrácená hodnota K_a , ale ještě je nutné celý výraz rozšířit $[\text{H}_3\text{O}^+]$, poté dostáváme:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1}{K_a} \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Součin $[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$, po dosazení získáme vztah:

$$K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

Za smysluplné odvození vztahu mezi konstantami 0,9 bodu.

10) **Pořadí bazí:** hydroxylamin < hydrazin < amoniak < methylamin < diethylamin

Za správné pořadí 0,5 bodu.

11) **Vysvětlení:** U těchto dusíkatých látek je bazicita dána schopností přijmout H^+ pomocí volného elektronového páru na dusíku.

V případě methylaminu na dusík je vázána methylová skupina, která má kladný indukční efekt (dodává elektrony na dusík), a tím podporuje příjem H^+ , proto je silnější bázi než amoniak.

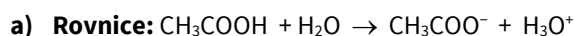
V případě hydroxylaminu je na dusík vázána skupina OH, kyslík má vyšší elektronegativitu, takže naopak se elektrony přesouvají ke kyslíku a bazicita se snižuje oproti amoniaku.

Za vysvětlení pomocí elektronové hustoty na atomu dusíku 0,5 bodu.

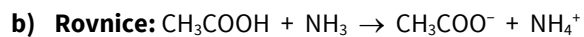
12) **Vysvětlení:** Slabé kyseliny a báze jsou ve vodném prostředí obvykle velice málo disociovány, a proto je nelze ztitrovat. Proto se využívá jiného prostředí, kde dochází k disociaci těchto látek ve větší míře, která již stanovení umožňuje.

Za vysvětlení 0,3 bodu.

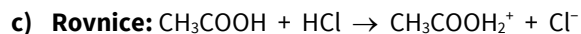
13)



Vysvětlení: Ve vodě se octová kyselina chová jako slabá kyselina a částečně disociuje.



Vysvětlení: V prostředí bezvodého amoniaku se octová kyselina chová jako silná kyselina a prakticky zcela předává své protony amoniaku.



Vysvětlení: V prostředí kyseliny chlorovodíkové se octová kyselina chová jako slabá báze a částečně od kyseliny chlorovodíkové přijímá H^+ .

Za každou rovnici s komentářem 0,6 bodu.

Celkem maximálně 1,8 bodu.

Úloha 2 Tlumicí nebo tlumivé roztoky?

8 bodů

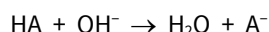
1) **Složení:** Slabá zásada a sůl slabé zásady a silné kyseliny

Příklad: Amoniakální pufr: $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$.

*Za složky po 0,2 bodu.
Za příklad pufru 0,3 bodu.
Celkem maximálně 0,7 bodu.*

2) **Vysvětlení (rovnice):** Kyselý pufr obecně obsahuje slabou kyselinu HA, jejíž anion A^- je slabě bazický vlivem své hydrolyzy.

Po přidání silné báze dojde k disociaci slabé kyseliny:



Dojde tak *de facto* k převedení silné báze na slabou, což vede k pufracím vlastnostem.

Za smysluplné vysvětlení 0,6 bodu.

3) **Výpočty a úvahy:** Vztah pro výpočet pH kyselého pufru (octová kyselina a octan sodný, který vznikl neutralizací octové kyseliny hydroxidem sodným):

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{c_a}{c_s}$$

Úvaha: pH pufru se rovná $\text{p}K_a$ slabé octové kyseliny, člen s logaritmem musí být tedy roven 0, a to v případě, že argument logaritmu $\frac{c(\text{AcOH})}{c(\text{AcONa})}$ je roven 1, z čehož vyplývá, že koncentrace octové kyseliny a octanu sodného musí být stejné: $c(\text{AcOH}) = c(\text{AcONa})$.

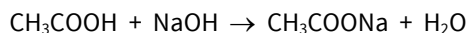
Výpočet koncentrace octové kyseliny v 250 cm^3 pufru:

$$m(\text{AcOH}) = \rho(\text{AcOH}) \cdot V(\text{AcOH}) = 1,055 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 711,52 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3 = 0,75065 \text{ g}$$

$$n(\text{AcOH}) = \frac{m(\text{AcOH})}{M(\text{AcOH})} = \frac{0,75065 \text{ g}}{60,052 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0125 \text{ mol}$$

$$c(\text{AcOH}) = \frac{n(\text{AcOH})}{V(\text{AcOH})} = \frac{0,0125 \text{ mol}}{0,25 \text{ dm}^3} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Po přidání NaOH proběhne neutralizace octové kyseliny podle rovnice:



Pro splnění podmínky $c(\text{AcOH}) = c(\text{AcONa})$ v pufru klesne koncentrace octové kyseliny na $\frac{1}{2}$, zároveň vznikne sůl octan sodný, který bude mít stejnou koncentraci jako octová kyselina v pufru

$$c^*(\text{AcOH}) = \frac{c(\text{AcOH})}{2} = \frac{0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{2} = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{AcONa}) = c^*(\text{AcOH}) = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Z rovnice vypočítáme koncentraci NaOH v pufru (250 cm^3):

$$c(\text{NaOH}) = c(\text{AcONa}) = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Výpočet NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

a) **hmotnost NaOH**

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 39,997 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,25 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ g}$$

b) **molární koncentrace NaOH**

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V} = \frac{6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,1 \text{ dm}^3} = 0,0625 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,0625 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

c) **hmotnostní zlomek NaOH**

$$m(\text{NaOH, roztok}) = \rho(\text{NaOH, roztok}) \cdot V(\text{NaOH, roztok}) = 1,0025 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 100 \text{ cm}^3 = 100,25 \text{ g}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{NaOH, roztok})} = \frac{0,25 \text{ g}}{100,25 \text{ g}} = 2,49 \cdot 10^{-3} \rightarrow 0,249 \%$$

$$w(\text{NaOH}) = 0,249 \%$$

Za úvahu, případně jakýkoliv jiný logický postup ohledně koncentrace NaOH 2 body.

Za výpočet koncentrace kyseliny octové 1,8 bodu.

Za neutralizaci AcOH pomocí NaOH 0,2 bodu.

Za výpočet koncentrace NaOH 0,9 bodu.

Za výpočet látkového množství NaOH 0,5 bodu.

Za hmotnost NaOH 0,5 bodu.

Za molární koncentraci NaOH 0,2 bodu.

Za hmotnostní zlomek NaOH 0,6 bodu.

Celkem maximálně 6,7 bodu.

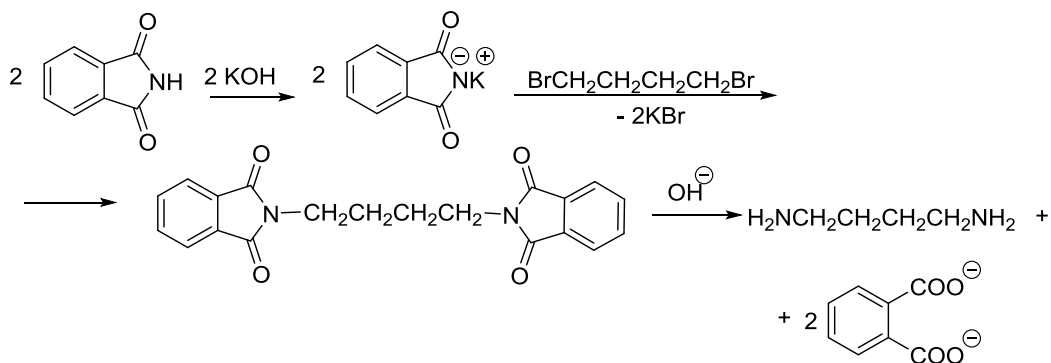
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Příprava aminů

5 bodů

1) Příprava:



Za činidlo 0,5 bodu.

Za meziprodukt 1 bod.

Za každý produkt 0,5 bodu.

Za vyčíslení 0,5 bodu.

(lze uznat i vzorec kyseliny fталové místo jejího aniontu).

Celkem maximálně 3 body.

2) Vzorec:



Název: Pyrrolidin

Za název 1 bod.

Za vzorec 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1,5 bodu

3) Odpověď: Výtěžek primárních aminů je možné zvýšit použitím velkého přebytku amoniaku nebo přidáním uhličitanu amonného nebo chloridu amonného.

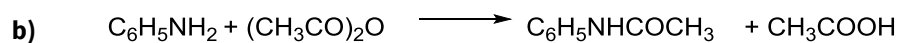
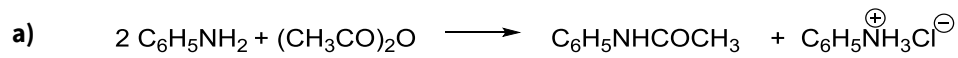
Za uvedení aspoň jedné možnosti 0,5 bodu.

Celkem maximálně 0,5 bodu.

Úloha 2 Reakce dusíkatých sloučenin

6 bodů

1)

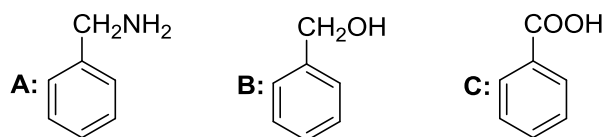


*Za vzorec každého produktu 0,5 bodu.
Celkem za obě rovnice maximálně 2 body.*

2) **Vysvětlení:** Slabá kyselina octová na rozdíl od kyseliny chlorovodíkové nedává s anilinem natolik stálou sůl, aby se zamezilo další acetylaci.

Za vysvětlení 1 bod.

3) **Vzorce:**



Názvy: **A** = benzylamin, **B** = benzylalkohol, **C** = kyselina benzoová

*Za každý vzorec a název 0,5 bodu.
Celkem maximálně 3 body.*

Úloha 3 Aminy při sledování čistoty vody

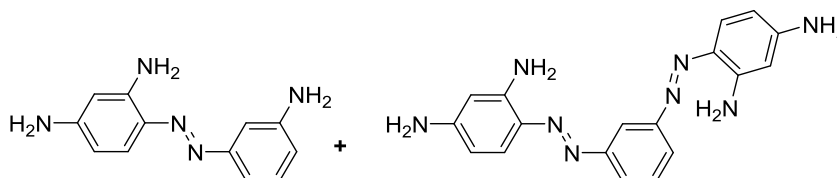
5 bodů

- 1) **Odpověď:** Benzen-1,3-diamin je velmi reaktivní k elektrofilním činidlům a tak podléhá azokopulaci se vzniklými diazoniovými ionty. Zkouška je tedy založena na diazotačně kopulační reakci (vzniká tzv. Bismarckova hněď).

Za vysvětlení po 0,5 bodu.

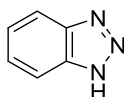
- 2) Bismarckova hněď je směs hnědých barviv; především monoazobarvivo a bisazobarvivo:

Produkty:



Za každý vzorec po 0,5 bodu; celkem maximálně 1 bod

- 3) **Vysvětlení:** Po diazotaci dojde k intramolekulárnímu uzavření cyklu za vzniku benzotriazolu. Nevznikne tedy *N,N'*-diaryl-azochromofor.



benzotriazol

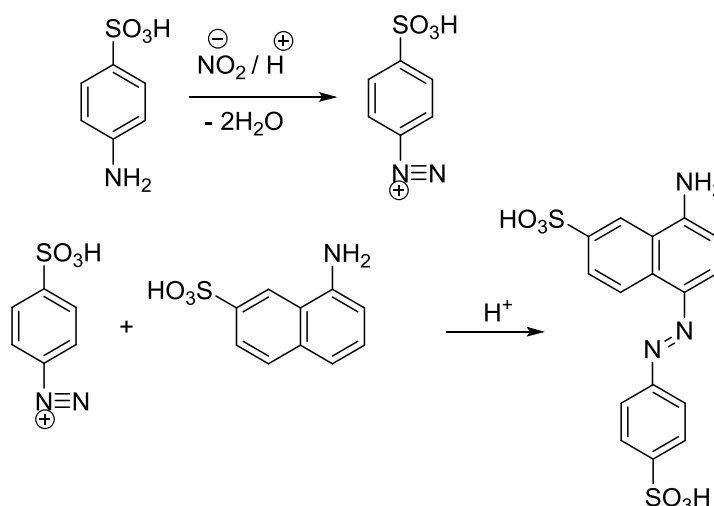
Za vysvětlení 0,25 bodu.

Za vzorec 0,5 bodu.

Za název 0,25 bodu.

Celkem maximálně 1 bod.

- 4) **Vznik azobarviva:**



Za každou rovnici 1 bod.

Celkem maximálně 2 body.

- 5) **Název:** Sulfonamidy.

Za název 0,5 bodu.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

18 BODŮ

Úloha 1 Elektrolýza

6,5 bodu

1) **Katoda:** Při katodické redukci vzniká vodík: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

Anoda: Při anodické oxidaci vzniká chlor: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

Za každou poloreakci 0,25 bodu.

Celkem maximálně 0,5 bodu.

2) **Odpověď:** Grafit je chemicky inertní materiál. Při použití kovových elektrod by mohlo docházet (a pravděpodobně by i docházelo) ke korozi materiálu HCl nebo vznikajícím Cl_2 .

Za chemicky uspokojivé zdůvodnění 0,5 bodu.

3) **Vysvětlení:** Je to z toho důvodu, aby nedocházelo k mísení plynů z katodového a anodového prostoru. Případná reakce vodíku s chlorem, která není kontrolovaná je po iniciaci explozivní.

Za vysvětlení 0,5 bodu.

4) **Výpočet:** Látkové množství vodíku, které se při elektrolýze vyloučilo vypočteme ze stavové rovnice ideálního plynu:

$$pV_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2}RT \rightarrow n_{\text{H}_2} = \frac{pV_{\text{H}_2}}{RT} = \frac{100000 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{8,314 \cdot 293} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Úpravou Faradayova zákona obdržíme:

$$m_{\text{H}_2} = \frac{M_{\text{H}_2} \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \rightarrow n_{\text{H}_2} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} \rightarrow I = \frac{n_{\text{H}_2} \cdot z \cdot F}{t}$$

Numericky po dosazení:

$$I = \frac{n_{\text{H}_2} \cdot z \cdot F}{t} = \frac{4,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 96485}{15 \cdot 60} = 0,88 \text{ A}$$

Prošlý náboj vypočteme jako:

$$Q = I \cdot t = 0,88 \cdot 15 \cdot 60 = 792 \text{ C}$$

Proud: $I = 0,88 \text{ A}$

Náboj: $Q = 792 \text{ C}$

Za výpočet látkového množství vzniklého vodíku 0,5 bodu.

Za správné využití Faradayova zákona nebo jiného logicky správného postupu 0,5 bodu.

Za numericky správnou hodnotu prošlého proudu 0,5 bodu.

Za numericky správnou hodnotu dodaného náboje 0,5 bodu.

Celkem maximálně 2 body.

- 5) **Výpočet:** Látkové množství vznikajícího vodíku a chloru je totožné, lze tedy vycházet z jednoduché látkové bilance.

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{Cl}_2} \rightarrow m_{\text{Cl}_2} = M_{\text{Cl}_2} \cdot n_{\text{H}_2} = 69,94 \cdot 4,1 \cdot 10^{-3} = 0,29 \text{ g}$$

Hmotnost: $m_{\text{Cl}_2} = 0,29 \text{ g}$

Za jakýkoliv postup vedoucí ke správnému výsledku 0,5 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1 bod.

- 6) **Výpočet:** Nejmenší rozkladné napětí odhadneme ze součtu napětí na katodě a na anodě ve chvíli, kdy začnou fungovat jako elektrolytický článek (tedy redukce protonů na vodík a oxidace chloridů na chlor).

Potenciál katody je:

$$E_{\text{H}_2} = E^\circ(\text{H}^+ / \text{H}_2) - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_{\text{H}_2}}{a_{\text{H}^+}^2} = E^\circ(\text{H}^+ / \text{H}_2) - \frac{RT}{zF} \ln \frac{\frac{p_{\text{H}_2}}{p^\circ}}{[\text{H}^+]^2}$$

$$E_{\text{H}_2} = 0,000 - \frac{8,314 \cdot 298}{2 \cdot 96485} \cdot \ln \frac{101325}{1^2} = 0,000 \text{ V}$$

Potenciál anody je:

$$E_{\text{Cl}_2} = E^\circ(\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-) - \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_{\text{Cl}^-}^2}{a_{\text{Cl}_2}} = E^\circ(\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-) - \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{Cl}^-]^2}{\frac{p_{\text{Cl}_2}}{p^\circ}}$$

Numericky po dosazení:

$$E_{\text{Cl}_2} = 1,358 - \frac{8,314 \cdot 298}{2 \cdot 96485} \cdot \ln \frac{1^2}{\frac{101325}{101325}} = 1,358 \text{ V}$$

Nejmenší rozkladné napětí je pak:

$$U_{\text{dec}} = E_{\text{Cl}_2} - E_{\text{H}_2} = 1,358 \text{ V}$$

Napětí: $U_{\text{dec}} = 1,358 \text{ V}$

Za správný postup výpočtu rozkladného napětí 0,5 bodu.

Za numericky správnou hodnotu 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1 bod.

- 7) **Výpočet:** Výkon zařízení je při proudu 10 kA:

$$P = U \cdot I = 1,358 \cdot 10 \cdot 10^3 = 13580 \text{ W}$$

Příkon P_{in} je pak se započtením účinnosti:

$$P_{\text{in}} = \frac{P}{\eta} = \frac{13580}{0,6} = 22,6 \text{ kW}$$

Příkon: 22,6 kW

Za každý správný postup výpočtu výkonu a příkonu 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek příkonu 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1 bod.

Úloha 2 Konduktometrické stanovení kyseliny octové v octu

5 bodů

1) **Rovnice:** $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Za správný zápis chemické rovnice 0,5 bodu.

2) **Postup:** Bod ekvivalence konduktometrické titrace nastává v bodě zlomu titrační křivky, kde se skokově mění závislost konduktivity na přidaném objemu NaOH. Objem odpovídající bodu ekvivalence zjistíme řešením soustavy regresních rovnic vzhledem k neznámé x .

$$y = 49,927x + 76,132 \quad y = 144,97x - 947,51$$

$$49,927x + 76,132 = 144,97x - 947,51$$

$$x = V_{\text{ekv/NaOH}} = 10,77 \text{ ml}$$

Spotřeba: $V_{\text{ekv/NaOH}} = 10,77 \text{ ml}$

Za postup zahrnující řešení regresních rovnic 1 bod.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1,5 bodu.

3) **Výpočet:** Z látkové bilance při titraci plyne:

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}} \rightarrow m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = M_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot (c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{ekv/NaOH}})$$

Ve zředěném vzorku ve 250ml odměrné baňce je tedy:

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60,05 \cdot (0,1853 \cdot 10,77 \cdot 10^{-3}) = 0,1198 \text{ g}$$

Nezředěný vzorek tedy obsahoval:

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1198 \cdot 5 = 0,5992 \text{ g}$$

To odpovídá hmotnostnímu zlomku kyseliny octové:

$$w_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{m_{\text{vzorek}}} = \frac{0,5992}{7,5277} = 7,96 \text{ \%hm.}$$

Obsah: $w_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 7,96 \text{ \%hm.}$

Za výpočet hmotnosti kyseliny octové v 250 ml odměrné baňce 0,5 bodu.

Za přepočtení odpovídající zředění 0,5 bodu.

Za správný postup výpočtu hmotnostního zlomku 0,5 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem maximálně 2 body.

4) **Vysvětlení:** Do bodu ekvivalence je vodivost dána jako vodivost slabé kyseliny, která disociuje poměrně málo a dále disociací její odpovídající soli. V bodě ekvivalence ale začne ve směsi existovat volný hydroxid sodný, jehož hydroxidové ionty mají obecně vysokou pohyblivost a proto dojde ke skokovému nárůstu vodivosti.

Za uspokojivé vysvětlení s pomocí vodivostí/pohyblivostí 0,5 bodu.

5) **Vysvětlení:** Na počátku existuje v roztoku pouze volná slabá kyselina, která disociuje na poměrně velmi pohyblivé ionty H^+ . Přídavkem NaOH však dojde k neutralizaci H^+ na H_2O a nahrazení iontů H^+ v roztoku za méně pohyblivé ionty Na^+ . Další zvýšení vodivosti je pak dáno nárůstem koncentrace sodných a octanových iontů v roztoku.

Za uspokojivé vysvětlení s pomocí vodivostí/pohyblivostí 0,5 bodu.

Úloha 3 Disociace kyseliny mravenčí

6,5 bodu

- 1) **Vysvětlení:** Molekuly kyseliny mravenčí jsou vázány relativně silnou vodíkovou vazbou, což má za důsledek relativně vysoký bod varu.

Za uspokojivé vysvětlení na základě existence vodíkových vazeb 0,5 bodu.

- 2) Oxidační čísla atomů uhlíku v karboxylové skupině jsou:



Vysvětlení: Je vidět, že kyselina mravenčí má o jednotku menší oxidační číslo a bude mít tedy větší tendenci elektrony odevzdávat, než je tomu u kyseliny octové.

Za správné určení oxidačního čísla v karboxylové skupině po 0,25 bodu.

Za vysvětlení 0,25 bodu.

Celkem maximálně 0,75 bodu.

3)
$$K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

Za správný výraz pro disociační konstantu 0,25 bodu.

- 4) **Výpočet:** Molární vodivost měřené kyseliny činí:

$$\Lambda = \frac{\kappa}{c} = \frac{1,53 \cdot 10^{-1}}{0,1 \cdot 10^3} = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Limitní molární vodivost kyseliny mravenčí (jedná se o uni-univalentní elektrolyt) je dána jakou součet limitních molárních vodivostí iontů, na které disociuje, tedy:

$$\Lambda^\circ = \nu_{H^+} \cdot \lambda_{H^+}^\circ + \nu_{HCOO^-} \cdot \lambda_{HCOO^-}^\circ$$

$$\Lambda^\circ = 1 \cdot 3,15 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 4,7 \cdot 10^{-3} = 3,62 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Z Arrheniova zákona plyne, že:

$$\alpha = \frac{\Lambda}{\Lambda^\circ} = \frac{1,53 \cdot 10^{-3}}{3,62 \cdot 10^{-2}} = 4,23 \%$$

Stupeň disociace: $\alpha = 4,23 \%$

Za správný postup výpočtu molární vodivosti 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek molární vodivosti 0,25 bodu.

Za správný postup výpočtu limitní molární vodivosti HCOOH včetně výsledku 0,5 bodu.

Za správnou aplikaci Arrheniova vztahu 0,5 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem maximálně 2 body.

- 5) **Výpočet:** Stupeň disociace kyseliny je obecně definován jako koncentrace její disociované formy dělená koncentrací všech forem dané kyseliny v roztoku, můžeme tedy psát, že:

$$\alpha = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH] + [HCOO^-]} = \frac{[HCOO^-]}{c_{HCOOH}} = \frac{[H^+]}{c_{HCOOH}}$$

Disociační konstanta zní (můžeme-li zanedbat disociaci kyseliny):

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \approx \frac{[\text{HCOO}^-]^2}{c_{\text{HCOOH}}} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c_{\text{HCOOH}}}$$

Porovnáním výše uvedených výrazů:

$$K_a \approx \alpha^2 \cdot c_{\text{HCOOH}} = 0,0423^2 \cdot 0,1 = 1,79 \cdot 10^{-4} \rightarrow \text{p}K_a = 2,75$$

pK_a = 2,75

Za rozumné vyžití definice stupně disociace 0,5 bodu.

Za odvození vztahu mezi disociační konstantou a stupněm disociace (v jakékoliv formě) 1,5 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,5 bodu.

Celkem maximálně 2 body.

6) Výpočet: pH měřeného roztoku lze určit ze stupně disociace, neboť:

$$\alpha = \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}] + [\text{HCOO}^-]} = \frac{[\text{HCOO}^-]}{c_{\text{HCOOH}}} = \frac{[\text{H}^+]}{c_{\text{HCOOH}}}$$

$$[\text{H}^+] = \alpha \cdot c_{\text{HCOOH}} = 0,0423 \cdot 0,1 = 4,23 \cdot 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 2,37$$

pH: = 2,37

Za použití vztahu mezi koncentrací H⁺ a stupněm disociace (nebo analogického) 0,5 bodu.

Za numericky správný výsledek hodnoty pH 0,5 bodu.

Celkem maximálně 1 bod.



54. ročník

2017/2018

NÁRODNÍ KOLO

kategorie E

ŘEŠENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI (50 BODŮ)

ŘEŠENÍ 1. PRAKTICKÉ ČÁSTI**Úloha: Identifikace organické kyseliny alkalimetricky****20 bodů****1) Standardizace roztoku NaOH:***Za správně a zcela vyplněnou tabulku 1 bod.*

Při navážce 0,6 g kyseliny šťavelové dihydrátu je teoretická spotřeba $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztoku hydroxidu sodného 19 ml. Pro vyhodnocení je nutné přepočítat spotřeby na jednotnou navážku 0,6000 g dihydrátu kyseliny šťavelové.

odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	5
0,3 – 1,3 ml	$5 \times (1,3 - \text{odchylka})$
$\geq 1,3$ ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně** zjištěné organizátory soutěže. Body se uvádí s přesností na 0,25 bodu.

*Za přesnost práce maximálně 5 bodů.
Celkem za standardizaci 6 bodů.*

2) Stanovení organické kyseliny:

Při obsahu 3,000 g kyseliny octové ve 100ml baňce a pipetování 20 ml tohoto zásobního roztoku vzorku k titraci, je teoretická spotřeba $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztoku hydroxidu sodného 20 ml.

odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	5
0,3 – 1,3 ml	$5 \times (1,3 - \text{odchylka})$
$\geq 1,3$ ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně** zjištěné organizátory soutěže. Body se uvádí s přesností na 0,25 bodu.

Celkem za přesnost práce maximálně 5 bodů.

3) Standardizace NaOH (chemická rovnice): $2 \text{ NaOH} + (\text{COOH})_2 \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ *0,5 bodu***4) Výpočet přesné koncentrace roztoku NaOH:**

$$n_{\text{NaOH}} = 2 n_{(\text{COOH})_2} \rightarrow c_{\text{NaOH}} = 2 \cdot \frac{m_{(\text{COOH})_2}}{M_{r(\text{COOH})_2} \cdot V_{\text{NaOH}}} = 2 \cdot \frac{0,6}{126,07 \cdot 19 \cdot 10^{-3}} = 0,5010 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

1 bod

5) **Výpočet látkového množství organické kyseliny v odměrné baňce (100 ml):**

Vzhledem k tomu, že všechny uvedené kyseliny jsou jednosytné, platí to bilanci v titrační baňce:

$$n_{\text{vzorku}} = n_{\text{NaOH}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

Vzhledem k ředění 5× je látkové množství v odměrné baňce o objemu 100 ml

$$\sum n_{\text{vzorku}} = 5 \cdot n_{\text{vzorek}} = 5 \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 5 \cdot 0,5 \cdot 20 = 50,1 \text{ mol}$$

Za správnou úvahu 1 bod.

Za numericky správné řešení 0,5 bodu.

Celkem 1,5 bodu.

6) Podle údajů v zadání bylo v odměrné baňce 3,0000 g neznámé kyseliny. Tu identifikujeme na základě molární hmotnosti.

$$M_{\text{vzorku}} = \frac{m_{\text{vzorku}}}{n_{\text{vzorku}}}$$

Kyselina: kyselina octová

1 bod

7) Dozor v laboratoři během soutěže zaznamenává body do tabulky uvedené v pokynech pro přípravu. Body strháváme po 0,5 bodu za závažné či opakované prohřešky proti správné praxi v chemické laboratoři a za špatně sestavenou aparaturu. První upozornění na nesprávnou techniku práce v uvedených oblastech (viz tabulka) je bez bodové srážky, další prohřešky již penalizujeme srážkou po 0,5 bodu:

Soutěžní číslo	Pořádek	Bezpečnost práce	Technika práce	Aparatura	Úklid po práci
-----	<i>max. 1 bod</i>	<i>max. 1 bod</i>	<i>max. 1 bod</i>	<i>max. 1 bod</i>	<i>max. 1 bod</i>

Celkem maximálně 5 bodů.

ŘEŠENÍ 2. PRAKTICKÉ ČÁSTI

Úloha: Stanovení směsi HCl a CH₃COOH vedle sebe elektrochemicky

30 bodů

1) Standardizace NaOH (chemická rovnice): $2 \text{NaOH} + (\text{COOH})_2 \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

0,5 bodu

2) Standardizace roztoku NaOH:

Při výpočtu potřebného objemu NaOH ($c \approx 1,0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) je nutno zohlednit objem byrety (volba 20 ml nebo 35 ml spotřeby roztoku kyseliny) – modelový výpočet s objemem 20 ml:

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{2 \cdot c_{(\text{COOH})_2} \cdot V_{(\text{COOH})_2}}{c_{\text{NaOH}}} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 2,0 \text{ ml}$$

Za zohlednění objemu byrety 0,5 bodu.

Za správný výpočet objemu 0,5 bodu.

Následně je hodnocena přesnost stanovení:

odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	5
0,3 – 1,3 ml	$5 \times (1,3 - \text{odchylka})$
$\geq 1,3$ ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně** zjištěné organizátory soutěže. Body se uvádí s přesností na 0,25 bodu.

Za přesnost stanovení maximálně 5 bodů.

Výpočet přesné koncentrace roztoku NaOH:

$$c_{\text{NaOH}} = 2 \cdot \frac{c_{(\text{COOH})_2} \cdot V_{(\text{COOH})_2}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{2 \cdot 0,0500 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 1,000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Přesná koncentrace roztoku NaOH: $1,000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Za správný postup výpočtu 0,5 bodu.

Za správný numerický výsledek 0,5 bodu.

Celkem 1 bod.

3) Stanovení směsi HCl a CH₃COOH vedle sebe elektrochemicky:

Za vyplněnou tabulku s daty z titrace body neudělujeme. Body udělíme za zpracování dat do čtyř grafů. U grafů hodnotíme správnost provedení, zejména průběh křivky, popsání osy, odečtení bodů ekvivalence.

Po 0,5 bodu za graf.

Celkem maximálně 2 body.

4) Odečet spotřeb NaOH k neutralizaci jednotlivých kyselin:

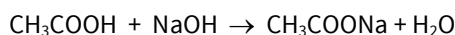
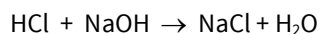
V úloze je bodována přesnost odečtu bodů ekvivalence pro jednotlivé kyseliny:

odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	5
0,3 – 1,3 ml	5 × (1,3 – odchylka)
≥ 1,3 ml	0

Bodovány jsou oba dva odečty zvlášť.

*Za každou spotřebu maximálně 5 bodů.
Celkem maximálně 10 bodů.*

Chemické rovnice stanovení:



*Za každou správnou rovnici 0,25 bodu.
Celkem 0,5 bodu.*

Výpočet koncentrace HCl a CH₃COOH ve vzorku:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{1, \text{NaOH}}}{V_{\text{vzorek}}}$$

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot (V_{2, \text{NaOH}} - V_{1, \text{NaOH}})}{V_{\text{vzorek}}}$$

Objemy $V_{1, \text{NaOH}}$ a $V_{2, \text{NaOH}}$ odpovídají bodům prvního a druhého zlomu na jakémkoliv titrační křivce, kterou daný řešitel zvolil.

Za každý správný postup pro každou z kyselin 0,5 bodu, za každý správný numerický výsledek 0,25 bodu, max. 1,5 bodu.

Volba a zdůvodnění volby bodů ekvivalence:

Pro vyhodnocení bodu ekvivalence, ve kterém je právě ztitrováno celkové množství HCl ve směsi je vhodné zvolit první bod zlomu (ostrý úhel) na konduktometrické titrační křivce. Jedná se o největší skokovou změnu vodivosti v průběhu titrace.

Pro vyhodnocení bodu ekvivalence, ve kterém jsou právě ztitrovány obě kyseliny je vhodné volit druhý bod zlomu na potenciometrické titrační křivce (opět největší skok), vzhledem k tomu, že při ztitrování kyseliny octové nastane největší zlom v průběhu závislosti pH na přidaném objemu NaOH.

*Za každou správnou volbu 0,75 bodu.
Za každé správné zdůvodnění 0,75 bodu.
Celkem maximálně 3 body.*

5) Vysvětlení stanovení směsi silné a slabé kyseliny tímto způsobem:

Kyseliny se výrazně liší disociací a tedy disociačními konstantami. HCl je silná kyselina a jako taková se titruje první, teprve při dosažení určitého pH v roztoku danou disociací kyseliny octové se začne titrovat kyselina octová. Proto první zlom v titračních křivkách náleží spotřebě pro silnou kyselinu, druhý pro sumu spotřeb na titraci obou kyselin dohromady. Kombinace potenciometrického

a konduktometrického způsobu indikace se provádí z důvodu přesnosti vyhodnocení. Z potenciometrické titrace se s chybou odečte spotřeba pro silnou kyselinu – změna pH je malá, z konduktometrické titrace se s chybou odečítá spotřeba pro sumu kyselin.

0,5 bodu

6) Hodnocení laboratorní techniky a bezpečnosti práce v laboratoři.

Dozor v laboratoři během soutěže zaznamenává body do tabulky uvedené v pokynech pro přípravu. Body strháváme po 0,5 bodu za závažné či opakované prohřešky proti správné praxi v chemické laboratoři a za špatně sestavenou aparaturu. První upozornění na nesprávnou techniku práce v uvedených oblastech (viz tabulka) je bez bodové srážky, další prohřešky již penalizujeme srážkou po 0,5 bodu.

Soutěžní číslo	Pořádek	Bezpečnost práce	Technika práce	Aparatura	Úklid po práci
-----	max. 1 bod	max. 1 bod	max. 1 bod	max. 1 bod	max. 1 bod

Celkem maximálně – 5 bodů.