

Pufry, pufrční kapacita. Elektrodové děje.

Praktické cvičení z chemie a biochemie

Všeobecné lékařství

Martin Vejražka, Libuše Kadlecová



2024/25



Obsah

ÚLOHA 1 – TITRAČNÍ KŘIVKA SLABÉ KYSELINY, MĚŘENÍ PH	3
ÚLOHA 2 – ZÁVISLOST PUFROVACÍ KAPACITY NA SLOŽENÍ PUFRU	4
ÚLOHA 3 – ZÁVISLOST PUFROVACÍ KAPACITY NA LÁTKOVÉ KONCENTRACI PUFRU	5
ÚLOHA 4 – ELEKTROCHEMICKÝ ČLÁNEK	5
ÚLOHA 5 – ELEKTROLÝZA	7
ÚLOHA 6 – ELEKTROCHEMICKÁ ŘADA KOVŮ	8

Úloha 1 – Titrační křivka slabé kyseliny, měření pH

Grafické znázornění změn pH titrovaného roztoku (kyseliny nebo zásady) během celé titrace s postupným přidáváním titračního činidla (zásady nebo kyseliny).

Reagencie:

- 0,1 mol/l CH₃COOH 
- 0,1 mol/l NaOH 

Pracovní postup:

- Do čisté titrační baňky odpipetujte 20,0 ml slabé kyseliny.
- Za stálého míchání postupně přidávejte z byrety předepsaná množství zásady, viz tabulka.
- Pomocí pHmetru odečtěte pH titrovaného roztoku. Pro návod na obsluhu pHmetru viz <https://el.lf1.cuni.cz/p18412439/>.
- Získané hodnoty vynesete do grafu, na osu *x* množství přidávané zásady v ml, na osu *y* naměřené hodnoty pH.

	20 ml CH ₃ COOH c = 0,1 mol/l		pH
	NaOH c = 0,1 mol/l		
	přídavek v ml	ml	
1	0	0	
2	1	1	
3	2	3	
4	3	6	
5	4	10	
6	5	15	
7	3	18	
8	1	19	
9	1	20	
10	1	21	
11	1	22	
12	3	25	
13	5	30	
14	10	40	

Pozn.: Do grafu studenti naznačí i průběh titrační křivky pro silnou kyselinu, viz graf titračních křivek v teoretické části kvant. analýzy.




Úkoly:

1. Napište iontovou rovnici, která je podstatou titračního stanovení.
2. Nakreslete graf titrační křivky pro slabou kyselinu.
3. Spočítejte teoretické pH pro $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ ($K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$).
4. Najděte a označte na grafu pK_a kyseliny octové a porovnejte ji s tabelovanou hodnotou.
5. Určete pH bodů ekvivalence obou kyselin.

Úloha 2 – Závislost pufrovací kapacity na složení pufru

Sledování změn pH a kapacity pufrů složených ze 2 složek v různých poměrech a o stejné látkové koncentraci.

Reagencie:

1. 0,1 mol/l HCl  
2. 0,1 mol/l Na_2HPO_4
3. 0,1 mol/l NaCl
4. 0,1 mol/l NaH_2PO_4
5. 0,1 mol/l NaOH 

Pracovní postup:

1. Označte čtyři nádobky čísly 1 až 4. Pomocí pipet do nich odměřte roztoky dle tabulky. Promíchejte.

	Nádobka			
	1	2	3	4
NaH_2PO_4 $c = 0,1 \text{ mol/l}$	5 ml	1 ml	9 ml	-
Na_2HPO_4 $c = 0,1 \text{ mol/l}$	5 ml	9 ml	1 ml	-
NaCl $c = 0,1 \text{ mol/l}$	-	-	-	10 ml

2. Výpočtem, odhadněte pH roztoků v nádobkách 1 až 4.
3. Změřte pH roztoků v nádobkách 1 až 4 pH-metrem s kombinovanou skleněnou elektrodou.
4. Porovnejte teoretické odhady pH s experimentálně zjištěnými hodnotami.

Pozn.: Domluvte se s ostatními pracovními skupinami a rozdělte se tak, že polovina skupin bude v dalších pokusech přidávat kyselinu (značení nádobek písmenem A), druhá polovina bude přidávat zásadu (značení písmenem B).

- Ke všem roztokům, připraveným podle bodu 1, přidejte buď 1 ml kyseliny chlorovodíkové ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) – nádoby označte 1A až 4A; nebo 1 ml hydroxidu sodného ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) – nádoby označte 1B až 4B.
- Výpočtem, odhadněte výsledné pH roztoků a změřte je experimentálně. Výsledky запиšte a porovnejte.

Pozn.: Disociační konstanty kyseliny fosforečné:

do prvního stupně $6,91 \cdot 10^{-3}$

do druhého stupně $6,2 \cdot 10^{-8}$

do třetího stupně $2,13 \cdot 10^{-13}$

Úloha 3 – Závislost pufrovací kapacity na látkové koncentraci pufru



Sledování změn pH a kapacity pufrů složených ze 2 složek ve stejném poměru a o různých látkových koncentracích.

Pracovní postup:

- Označte nádobku „zásobní pufr“. Připravte do ní 10 ml fosfátového pufru 1:1, $c = 0,1 \text{ mol/l}$. Postupujte stejně, jako v úloze 2, nádobka 1.
- Další nádobku označte číslem 5. Připravte v ní 10 ml fosfátového pufru 1:1, $c = 0,04 \text{ mol/l}$ takto: odměřte 4 ml zásobního pufru z předchozího kroku a přidejte 6 ml destilované vody.
- Změřte pH a запиšte výsledky.
- Přidejte buď 1 ml HCl, $c = 0,1 \text{ mol/l}$ (nádobku popište 5A), nebo ml NaOH, $c = 0,1 \text{ mol/l}$ (nádobka 5B). Změřte pH a запиšte výsledky.
- Porovnejte hodnoty pH roztoku v 5A s 1A, resp. 5B s 1B (pro 1A a 1B viz úlohu 2). Vysvětlete rozdíly.

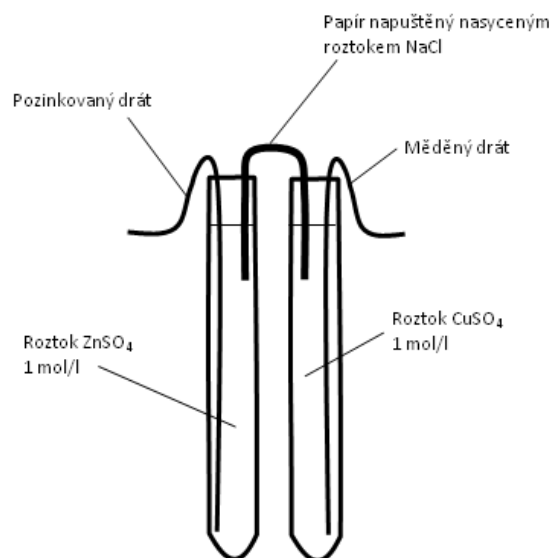
Úloha 4 – Elektrochemický článek

Reagencie a pomůcky:

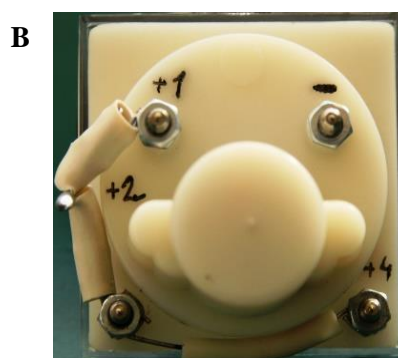
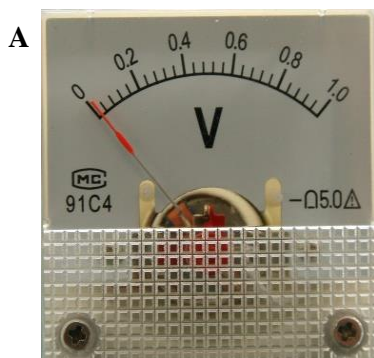
- Analogový voltmetr HD-075 1 V
- Měděný drát a pozinkovaný ocelový drát (každý asi 15 cm dlouhý)
- 1 mol/l CuSO_4 
- 1 mol/l ZnSO_4 
- Nasycený vodný roztok NaCl
- Vodiče s banánky a krokosvorky, zpevněný papír pro vytvoření můstku
- Smirkový papír

Pracovní postup:

1. Sestavte tzv. Daniellův elektrochemický článek.



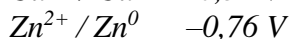
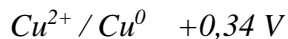
- Do stojánku na zkumavky vložte do sousedních pozic dvě zkumavky, jednu téměř naplněnou roztokem síranu měďnatého (1 mol/l), druhou roztokem síranu zinečnatého (1 mol/l).
 - Elektrolyty v obou zkumavkách vodivě spojte solným můstkem: z pevného a dobře savého papíru (např. odstřížek papírového ručníku) sviňte tyčinku a dokonale ji zvlhčete nasyceným roztokem chloridu sodného. Jeden konec vložte do roztoku síranu měďnatého, druhý do roztoku síranu zinečnatého.
 - Do zkumavky se síranem měďnatým vložte měděnou elektrodu, do zkumavky se síranem zinečnatým zinkovou elektrodu (pozinkovaný ocelový drát). Elektrody se nesmí dotýkat solného můstku. Elektrody musí být dokonale čisté; v případě potřeby je možné je očistit smirkovým papírem nebo zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (pozor, nesmí se poškodit vrstva zinku na zinkové elektrodě).
2. Pomocí vodičů s krokosvorkami připojte voltmetr. Měděnou elektrodu připojte k pozici „+1“, zinkovou k pozici „-“



Čelní pohled (A) a zadní pohled (B) na analogový voltmetr HD-075 1 V. Konektory na zadní straně přístroje jsou určeny k připojení krokosvorek pro jednotlivé měřicí rozsahy – potenciálově negativnější ke konektoru „-“; potenciálově pozitivnější ke konektorům „+1 V“, „+2 V“, „+3 V“ a „+4 V“.

- Odečtěte napětí článku. Vypočtete, jaké napětí by článek měl při 100% účinnosti.
- Vyjměte elektrody, opláchněte je destilovanou vodou a dobře osušte. Pak je vložte do elektrolytů obráceně, tj. měděná elektroda bude ponořena v roztoku síranu zinečnatého, zinková v roztoku síranu měďnatého. Změřte napětí takto uspořádaného článku. Pozorujte, zda v tomto uspořádání dojde k nějakým změnám na elektrodách. Sledujte, zda se napětí na článku mění v čase.

Pozn.: Standardní redoxní potenciály:



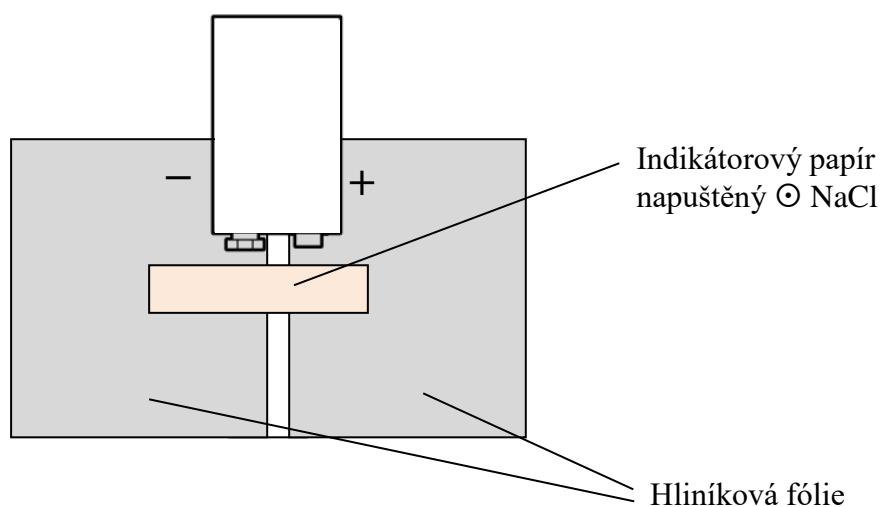
Úloha 5 – Elektrolýza

Reagencie a pomůcky:

- baterie 9 V
- indikátorový papír
- nasycený roztok NaCl
- skleněná deska, hliníková fólie




Pracovní postup:

- Obalte skleněnou desku dvěma pruhy hliníkové folie tak, aby vznikly dvě kovové plochy, mezi nimiž je mezera asi 1 cm. Napříč přes tuto mezeru položte asi 3 cm dlouhý kousek univerzálního indikátorového papírku a navlhčete jej nasyceným roztokem chloridu sodného.
- Poté, co se indikátorový papír roztokem nasákne, odstraňte případný nadbytek elektrolytu buničitou vatou. Pak k desce přiložte baterii tak, aby jedna kovová plocha byla spojená s kladným, druhá se záporným pólem. Pozorujte změnu zbarvení indikátorového papíru.



Úloha 6 – Elektrochemická řada kovů

Reagencie a pomůcky:

1. Měděný drát (asi 5 cm)
2. Petriho misky
3. Pozinkovaný ocelový drát (asi 5 cm)
4. Stříbrný drát (asi 5 cm)
5. 2 mol/l AgNO_3 
6. 1 mol/l CuSO_4 
7. 1 mol/l ZnSO_4 

Pracovní postup:

Sledujte, jaké děje probíhají na povrchu pozinkovaného, měděného nebo stříbrného drátu po ponoření do roztoků kovových iontů (Cu^{2+} , Zn^{2+} a Ag^+). Použijte vždy asi 5 cm dlouhý kus drátu. Jeho konec očistěte ponořením do zředěné kyseliny chlorovodíkové a pak jej ponořte asi na 30 s do misky s roztokem vybraného kovového kationtu. Po celou dobu s drátem intenzivně míchejte. Pozorujte, zda na ponořeném konci drátu probíhají nějaké změny. Postupně takto ponořte drát z každého kovu do roztoků všech kovových iontů.