

# Pufry, pufrální kapacita. Oxidoredukce, elektrodové děje.

---

Praktické cvičení z lékařské biochemie  
*Všeobecné lékařství*

Martin Vejražka



2021/22

## Obsah

ÚLOHA 1 – ZÁVISLOST PH A KAPACITY PUFRU NA JEHO SLOŽENÍ	2
ÚLOHA 2 – ZÁVISLOST PUFROVACÍ KAPACITY NA LÁTKOVÉ KONCENTRACI PUFRU	3
ÚLOHA 3 – VLIV IONTOVÉ SÍLY NA PH PUFRU	3
ÚLOHA 4 – ELEKTROCHEMICKÝ ČLÁNEK	3
ÚLOHA 5 – ELEKTROLÝZA	5
ÚLOHA 6 – ELEKTROCHEMICKÁ ŘADA KOVŮ	6

## Úloha 1 – Závislost pH a kapacity pufry na jeho složení

1. Zkumavky, pipety, kádinky
2. pH-metr
3. Roztok  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$
4. Roztok  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$
5. Roztok  $\text{NaCl}$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$

6. Roztok  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  

7. Roztok  $\text{NaOH}$   $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  

### Postup

1. Označte čtyři nádoby čísly 1 až 4. Odměřte do nich pomocí pipet roztoky dle tabulky. Promíchejte.

	<i>Nádobka</i>			
	1	2	3	4
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$ $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$	5 ml	1 ml	9 ml	-
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$	5 ml	9 ml	1 ml	-
$\text{NaCl}$ $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$	-	-	-	10 ml

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

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)

5. Ke všem roztokům, připraveným podle bodu 1, přidejte buď 1 ml kyseliny chlorovodíkové ( $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) – nádoby označte 1A až 4A; nebo 1 ml hydroxidu sodného ( $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) – nádoby označte 1B až 4B.
6. Odhadněte výsledné pH roztoků výpočtem 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 2 – Závislost pufrovací kapacity na látkové koncentraci pufru

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

## Úloha 3 – Vliv iontové síly na pH pufru

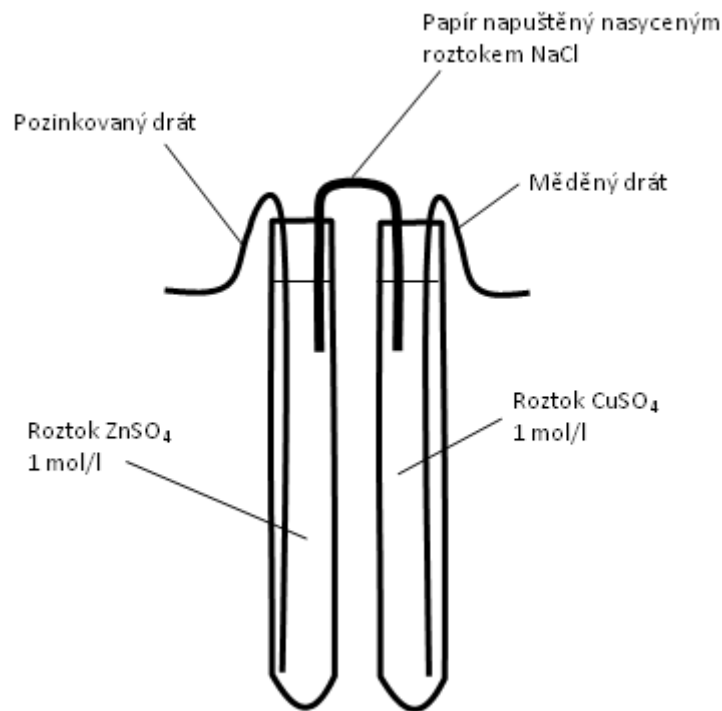
1. Označte nádobku číslem 6. Připravte v ní fosfátový pufr 1:1,  $c = 0,01 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  takto: Odměřte 1 ml zásobního pufru z předchozí úlohy a přidejte 9 ml destilované vody.
2. Změřte pH a zapište výsledek.
3. Další nádobku označte číslem 7 a připravte do ní fosfátový pufr 1:1,  $c = 0,001 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  takto: Odměřte 1 ml z nádobky č. 6 a přidejte 9 ml destilované vody.
4. Změřte pH a zapište výsledek.
5. Porovnejte pH roztoků č. 6 a 7 s fosfátovými pufrů 1:1 o koncentraci  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  (nádobka 1) a  $0,04 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  (nádobka 5).

## Úloha 4 – Elektrochemický článek

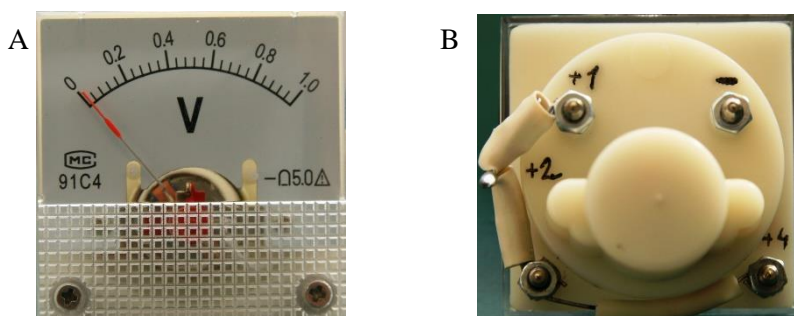
1. Analogový voltmetr HD-075 1V
2. Měděný drát a pozinkovaný ocelový drát (každý asi 15 cm dlouhý)
3. Vodný roztok  $\text{CuSO}_4$   $1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  
4. Vodný roztok  $\text{ZnSO}_4$   $1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  
5. Nasycený vodný roztok NaCl
6. Vodiče s banánky a krokosvorky, zpevněný papír pro vytvoření můstku
7. Smirkový papír

**Postup**

1. Sestavte tzv. Daniellův elektrochemický článek:



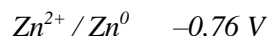
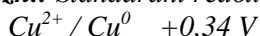
- a. Do stojánku na zkumavky vložte do sousedních pozic dvě zkumavky, jednu téměř naplněnou roztokem síranu měďnatého (1 mol/l), druhou roztokem síranu zinečnatého (1 mol/l).
  - b. Elektrolyty v obou zkumavkách vodivě spojte solným můstkem: z pevného a dobře savého papíru (např. odštířek papírového ručníku) sviňte tyčinku a dokonale ji zvlhčete nasyceným roztokem chloridu sodného. Jeden konec vložte do roztoku síranu měďnatého, druhý do roztoku síranu zinečnatého.
  - c. 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 1V. 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:

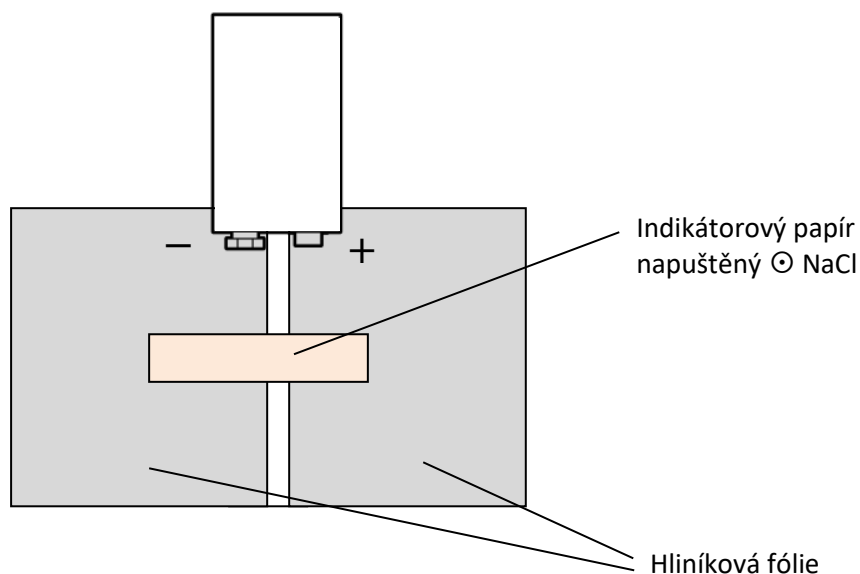


## Úloha 5 – Elektrolýza




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

### 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

1. Měděný drát (asi 5 cm)
2. Pozinkovaný ocelový drát (asi 5 cm)
3. Stříbrný drát (asi 5 cm)
4. Vodný roztok  $\text{CuSO}_4$   $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  
5. Vodný roztok  $\text{ZnSO}_4$   $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  
6. Vodný roztok  $\text{AgNO}_3$   $2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  
7. Petriho misky

### Postup

Sledujte, jaké děje probíhají na povrchu pozinkovaného, měděného nebo stříbrného drátu po ponoření do roztoků kovových iontů ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  a  $\text{Ag}^+$ ).

Použijte vždy asi 5 cm dlouhý kus drátu. Jeho konec očistíte 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.