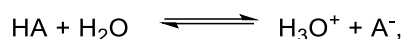


6. týden

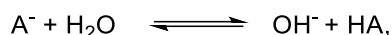
PŘÍPRAVA ROZTOKŮ KYSELIN, PUFŘŮ A MĚŘENÍ pH

Úvod

Různé kyseliny jsou ve vodných roztocích při stejných koncentracích různě disociovány - říkáme, že kyseliny jsou různě silné. Jednotlivé kyseliny lze z tohoto hlediska charakterizovat disociačním stupněm, disociační konstantou, resp. hodnotou pK_a . Jestliže uvážíme protolytickou rovnováhu typu



pak lze říci, že čím slabší je kyselina HA, tím silnější je její konjugovaná zásada A^- . Relativně silné zásady A^- pak ve vodě podléhají hydrolyze, tedy reakci typu



kteří způsobují alkalickou reakci (vzrůst pH) roztoku. U slabých kyselin (např. CH_3COOH , HNO_2 aj.) mají obě výše uvedené reakce rovnovážný charakter. To znamená, že odčerpání H_3O^+ iontů přidávkem OH^- do roztoku slabé kyseliny způsobí její další disociaci ve snaze o obnovení rovnováhy; tím se do určité míry utlumí výkyv pH způsobený přidávkem zásady. Na druhé straně, odčerpání OH^- iontů z roztoku hydrolyzujícího aniontu slabé kyseliny přidávkem H_3O^+ způsobí jeho další hydrolyzu; tím se částečně utlumí výkyv pH způsobený přidávkem kyseliny. Je tedy nasnadě, že směsi slabých kyselin a jejich aniontů mohou efektivně tlumit (pufrovat) výkyvy pH způsobené přidávkem kyselin i zásad. Pufrující prostředí jsou obzvláště důležitá v biologických systémech, neboť většina enzymatických pochodů je citlivá na změny pH.

Cílem tohoto cvičení je ověřit odlišná pH roztoků silné a slabé kyseliny a připravených pufrů o různých koncentracích. Zároveň se seznámíte s odměrným laboratorním sklem a vyzkoušíte práci s pH-metrem.

Úkoly

1. Připravte roztoky HCl a CH_3COOH o koncentracích $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$, vypočítejte a určete jejich pH.
2. Připravte roztok $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ o koncentraci asi $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ a vypočítejte z jeho přesné navážky molární koncentraci připraveného roztoku.
3. Mísením zásobních roztoků připravte octanové pufrů o různých koncentracích, vypočítejte a určete jejich pH.

Pracovní postup

a) Příprava roztoků kyselin

- Pro přípravu roztoků HCl a CH_3COOH použijeme zásobní roztok HCl o procentuální koncentraci 2 % ($\rho = 1,0082 \text{ g cm}^{-3}$) a zásobní roztok CH_3COOH o látkové koncentraci $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$. Vypočítejte objemy zásobních roztoků, které jsou třeba pro přípravu roztoků kyselin o koncentracích $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ v odměrných baňkách o objemu 100 cm^3 . Jednotlivé odměrné baňky si před použitím zřetelně označte, aby nedošlo k záměně roztoků.
- S použitím dělené pipety, kterou před použitím propláchnete zásobním roztokem, přeneste do označené odměrné baňky vypočítané množství zásobního roztoku kyseliny chlorovodíkové, doplňte demineralizovanou vodou po rysku (k doplnění vody přesně po rysku je vhodné použít plastovou pipetku), opatřete zátkou a několiknásobným převrácením obsah baňky důkladně promíchejte. Analogickým způsobem připravte roztok kyseliny octové.
- Vypočítejte očekávanou hodnotu pH připraveného roztoku HCl. S využitím tabelované hodnoty K_a kyseliny octové ($K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$) vypočítejte očekávanou hodnotu pH roztoku CH_3COOH .
- Odlijte přibližně po 15 cm^3 jednotlivých roztoků do připravených kádínek o objemu 25 cm^3 a zkalibrovaným pH-metrem změřte jejich pH. Výsledky zaznamenejte do laboratorního deníku.

b) Příprava pufrů

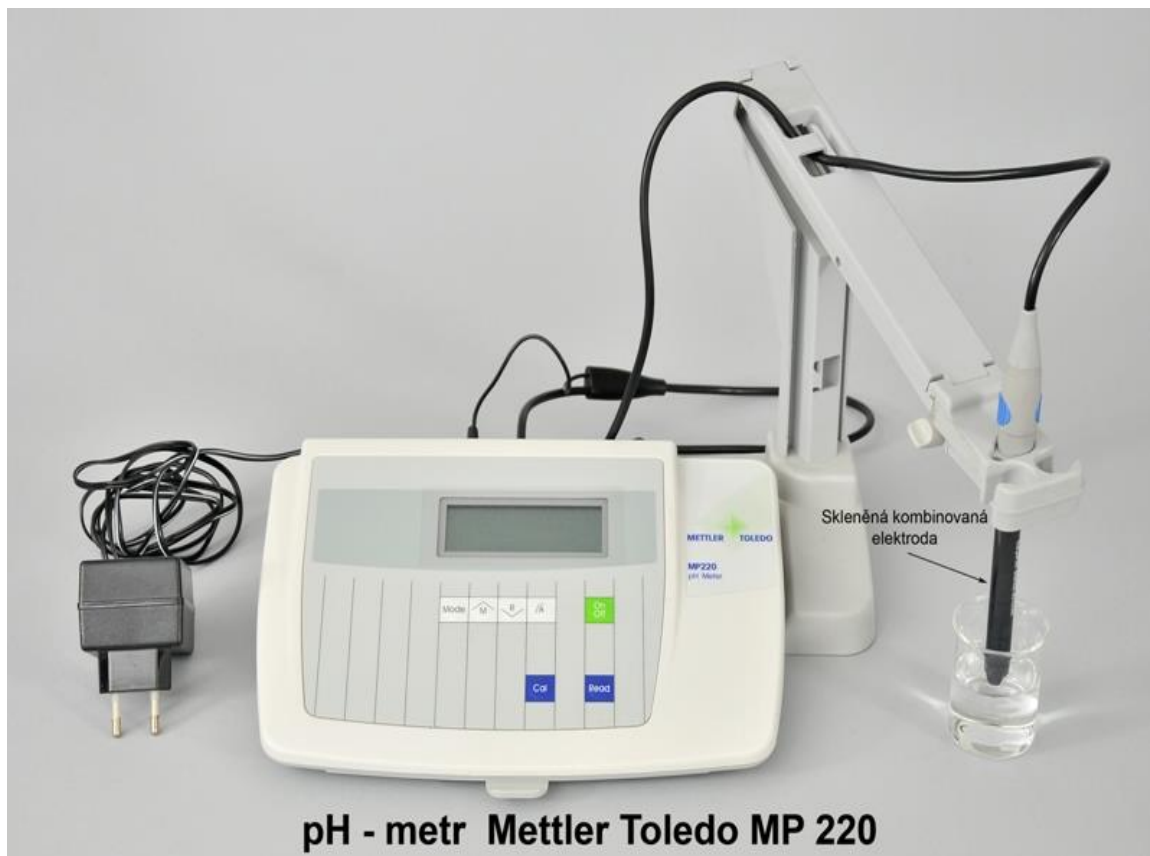
- Pro přípravu roztoku CH_3COONa použijeme krystalický $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte hmotnost $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, který je třeba pro přípravu roztoku o koncentraci $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ v odměrné baňce o objemu 100 cm^3 .
- Vzhledem ke komplikované manipulaci se vzorkem v prostoru analytických vah není třeba, aby připravovaný roztok CH_3COONa měl koncentraci rovnu přímo $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$. Navážku $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ je však třeba stanovit na analytických vahách, abychom koncentraci mohli později (pro účely výpočtu pH) zpřesnit.
- Vhodný postup pro navážení $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ je následující. Na analytických vahách zvažte prázdnou lodičku (tj. s přesností na 4 desetinná místa, resp. desetiny miligramu) a váhy vynulujte (TARA nebo ZERO). Prázdnou

zváženou lodičku přeneste na předvážky, předvážky vynulujte a navažte vypočítané množství $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Přesnou hodnotu navážky (na 4 desetinná místa) zjistíte přenesením lodičky s navážkou zpět na vynulované analytické váhy.

- Do odměrné baňky vsuňte nálevku s dlouhou stopkou a navážku z lodičky kvantitativně spláchněte demineralizovanou vodou ze stříčky do baňky. Lodičku i nálevku opláchněte vodou ze stříčky do baňky. Doplňte odměrnou baňku asi do 3/4 vodou a teprve po rozpuštění krystalů (promícháváním obsahu baňky) baňku doplňte vodou po rysku pomocí plastové pipetky. Po uzátkování obsah baňky důkladně promíchejte.
- Do jedné kádinky pipetami přeneseme 10 cm^3 roztoku CH_3COOH o koncentraci $0,01\text{ mol dm}^{-3}$ a 10 cm^3 roztoku CH_3COONa o přibližné koncentraci $0,01\text{ mol dm}^{-3}$.
- Do druhé kádinky přeneseme 20 cm^3 roztoku CH_3COOH o koncentraci $0,01\text{ mol dm}^{-3}$ a 4 cm^3 roztoku CH_3COONa o přibližné koncentraci $0,01\text{ mol dm}^{-3}$. Roztoky v kádinkách promícháme skleněnými tyčinkami.
- Změřte pH obou roztoků a porovnejte s hodnotami vypočítanými na základě Hendersonova-Hasselbachova vztahu. **Při výpočtu zohledněte přesnou koncentraci vámi připraveného roztoku CH_3COONa .**
- Z úlohy zpracujte krátký protokol obsahující tabulku, ve které uvedete koncentrace připravených roztoků, teplotu roztoků, jejich vypočítanou hodnotu pH a hodnotu pH určenou pH-metrem.

Poznámky:

- Při práci s pipetami dbejte na to, aby přišly do kontaktu pouze s jediným roztokem. Pokud je nutné použít pipetu k odměrování jiného roztoku, je předtím nezbytně nutné pipetu tímto roztokem alespoň dvakrát vypláchnout. Po použití pipety ji několikrát vypláchněte demineralizovanou vodou a nechte vyschnout na vzduchu.
- I při velmi přesné práci není prakticky možné naměřit pH, které by přesně odpovídalo hodnotě vypočítané na základě molárních koncentrací. Je to důsledkem skutečnosti, že s rostoucí koncentrací iontů v roztoku se zvyšuje jejich vzájemné elektrostatické ovlivňování. Správně bychom proto koncentrace iontů měli nahradit jejich aktivitami dle vztahu:
$$a_i = \gamma_i \cdot c_i,$$
 kde γ_i je aktivitní koeficient příslušného iontu.
- Při výpočtech pH lze tedy aktivity nahradit koncentracemi pouze ve velmi zředěných roztocích. Dále je třeba vzít v úvahu, že disociační konstanty kyselin a iontový součin vody jsou tabelovány při určitých teplotách, které je třeba při správných stanoveních pH dodržet.



Obr. 1 Měření pH.