

## 3. Měření kyselosti roztoků, pH

### 3.1. Zadání úlohy

1. Změřte pH kyselého ústožného roztoku v závislosti na množství přidání silné zásady a na zředění destilovanou vodou.
2. Vyneste graficky závislost pH jako funkci objemu přidané silné zásady. Z naměřených hodnot usudte, jaká je nejdůležitější vlastnost ústožných roztoků.

### 3.2. Teoretický úvod

Míru kyselosti nepřilíš koncentrovaných roztoků lze vyjádřit pomocí aktivit, resp. koncentrací oxoniových iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Aktivita  $a$  souvisí s koncentrací  $c$  uvažované složky vztahem:

$$a = \gamma \cdot c,$$

kde  $\gamma$  je bezrozměrný aktivitní koeficient. Koncentraci udáváme molárním zlomkem, a proto je aktivita bezrozměrná. V případě velmi zředěných roztoků je  $\gamma \rightarrow 1$  a aktivita je rovna koncentraci. Protože tyto veličiny ( $a$  resp.  $c$ ) se mohou měnit v rozmezí mnoha řádů, je možné zavést logaritmickou stupnici kyselosti definicí:

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

Číselné hodnoty pH vyplývají z iontového součinu vody a mohou se měnit od 0 do 14. Lze zjišťovat měřením elektromotorického napětí vhodně sestaveného galvanického článku. V praxi se obvykle používají komerčně vyráběné přístroje, pH-metry. Galvanický článek je tvořen indikační skleněnou elektrodou a srovnávací kalomelovou elektrodou. Stupnice je oceřchována přímo hodnotami pH. Před měřením je vždy nutné provést kalibraci pomocí roztoku známého pH.

### 3.3. Postup měření

Před samotným měřením je nutné provést kalibraci pH-metru. Elektrodu opláchneme destilovanou vodou a poté ponoříme do roztoku se známým pH (menším) a provedeme kalibraci potenciometrem calibrate (nastavíme známou hodnotu pH pufru 3,95). Poté elektrodu opláchneme destilovanou vodou a ponoříme jí do dalšího roztoku se známým pH (větším, 6,98). Provedeme kalibraci potenciometrem slope.

Pomocí odměrného válce do kádinky odměříme 25 cm<sup>3</sup> Walpoleho roztoku a změříme jeho pH. Do další kádinky nalijeme 0,1M roztok NaOH. Do kádinky s Walpoleho roztokem pipetujeme NaOH v dávkách po 0,4 cm<sup>3</sup>. Po přidání NaOH je nutné promíchat Walpoleho roztok a po ustálení hodnoty na displeji odečíst pH a hodnotu zanést do tabulky. Tento postup opakujeme desetkrát.

Před dalším měřením elektrodu opět opláchneme a otřeme do filtračního papíru. Do kádinky odměříme tentokrát 25 cm<sup>3</sup> 0,001M roztoku HCl. Při měření postupujeme obdobně jako v předchozím případě a pipetujeme 0,1M roztok NaOH v dávkách po 0,4 cm<sup>3</sup>.

Po dobu celého měření dáváme pozor, aby elektroda nebyla mechanicky poškozena. Po skončení měření je elektroda ponořena zpět do ústožného roztoku.

#### 3.3.1. Použité měřicí přístroje

- pH Meter LAVAT MS-22, inv. č. 56 318

### 3.4. Naměřené hodnoty

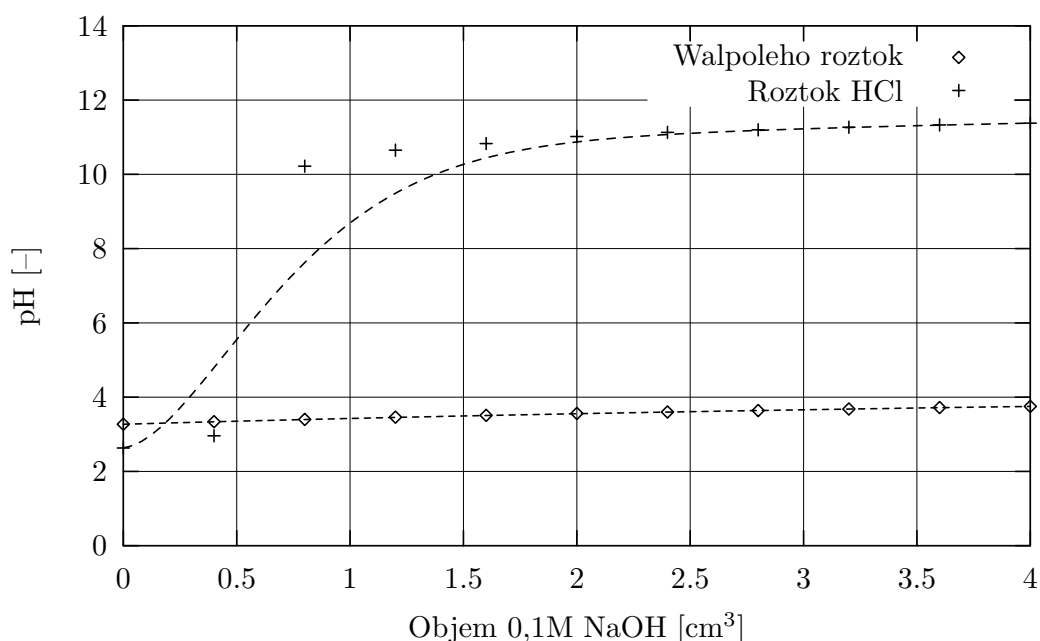
#### 3.4.1. Walpoleho roztok

$V_{\text{NaOH}} [\text{cm}^3]$	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
pH [-]	3,27	3,34	3,40	3,46	3,51	3,56	3,60	3,64	3,68	3,72	3,75

#### 3.4.2. Roztok HCl

$V_{\text{NaOH}} [\text{cm}^3]$	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
pH [-]	2,63	2,96	10,22	10,65	10,83	11,02	11,13	11,20	11,27	11,33	11,38

#### 3.4.3. Závislost pH roztoku jako funkce objemu 0,1M NaOH



### 3.5. Závěr

Walpoleho roztok má kyselé pH, které postupným přidáváním zásady NaOH rostlo jenom velmi pozvolna. Hodnota pH roztoku zůstalo kyselé i po přidání 4 cm<sup>3</sup> NaOH a nijak výrazně se nezměnilo.

Při zkoumání pH roztoku HCl, se přidání zásady výrazně projevilo již po při 0,8 cm<sup>3</sup> NaOH a hodnota pH dosáhla hodnoty pro zásady. Přidáváním dalších dávek NaOH hodnota pH nadále rostla, ale jen velmi pozvolna.

Z měření vyplývá, že nejdůležitější vlastností ústojných roztoků je velká stabilita jejich pH, což znamená že tlumí pH účinky jiných látek.

Drobné odchylky v měření mohly být způsobeny např. nepřesnou kalibrací měřícího přístroje či nedokonalým promícháním měřeného roztoku.