

Laboratorní práce č. 1

Stanovení pH, měrné vodivosti a neutralizačních kapacit

Protokol: Jméno, datum, název laboratorní práce, cíl práce, vzorky, výsledky

A) Stanovte přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného, $c(\text{NaOH}) \sim 0,1 \text{ mol/l}$

B) Stanovte přesnou koncentraci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové, $c(\text{HCl}) \sim 0,1 \text{ mol/l}$

C) Stanovte pro 3 vzorky jejich: pH, měrnou vodivost a příslušné neutralizační kapacity.

Pomůcky: titrační baňka 250 ml, kádinka 100 ml, míchačka, pH metr, pipeta

Stanovení koncentrace odměrného roztoku NaOH

Přesná koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného se stanoví titrací standardního roztoku hydrogenftalanu draselného $c(\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4) = 0,1 \text{ mol/l}$.

Roztok hydrogenftalanu draselného se připraví rozpuštěním 20,422 g $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ vysušeného při teplotě 110 °C v demineralizované vodě doplněné do 1000 ml.

Titrace do pH 8,3 se provádí přidavkem indikátoru, kterým je fenolftalein.

Barevný přechod → bezbarvý roztok se zbarví růžově

1. Do titrační baňky odpipetujte 50 ml pracovního roztoku hydrogenftalanu draselného (0,01 mol/l)
2. Přidejte 3 kapky indikátoru fenolftaleinu
3. Titrujte 0,1 M NaOH do růžové barvy roztoku (trvalé 10-20 s)
4. Stanovte slepý pokus s 50 ml demineralizované vody
5. Ze spotřeby hydroxidu sodného vypočítejte koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného, se kterým budete dále pracovat

$c(\text{NaOH})$	látková koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného [mol/l]
$c(\text{KHftal})$	látková koncentrace roztoku hydrogenftalanu draselného [mol/l]
$V(\text{KHftal})$	objem vzorku hydrogenftalanu draselného [ml]
$V(\text{NaOH})_t$	spotřeba hydroxidu do konce titrace [ml]
$V(\text{NaOH})_s$	spotřeba hydroxidu při slepém pokusu [ml]

$$c(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{KHftal}) \cdot V(\text{KHftal})}{V(\text{NaOH})_t - V(\text{NaOH})_s}$$

Stanovení koncentrace odměrného roztoku HCl

1. Do titrační baňky odpipetujte 20 ml odměrného roztoku hydroxidu sodného (0,1 mol/l)
2. Přidejte 3 kapky směsného indikátoru
3. Titrujte 0,1 M HCl do barevného přechodu
4. Ze spotřeby kyseliny chlorovodíkové vypočítejte koncentraci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové, se kterým budete dále pracovat

$c(\text{NaOH})$	látková koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného [mol/l]
$c(\text{HCl})$	látková koncentrace roztoku kyseliny chlorovodíkové [mol/l]
$V(\text{NaOH})$	objem vzorku hydroxidu sodného [ml]
$V(\text{HCl})_t$	spotřeba kyseliny chlorovodíkové do konce titrace [ml]

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})_t}$$

Stanovení pH a měrné vodivosti

(hodnoty odečítejte až po jejich ustálení)

1. Vyjměte pH elektrodu (modrá) z pouzdra s roztokem, opláchněte demineralizovanou vodou, osušte buničinou
2. pH metr přepněte do režimu na měření pH (tlačítko „M“)
3. Do kádinky nalijte dostatečné množství vzorku, elektrodu ponořte a za přiměřeného míchání změřte pH
4. Vyjměte elektrodu, opláchněte demineralizovanou vodou, vložte elektrodu do pouzdra s roztokem KCl
5. Přepněte pH metr do režimu na měření měrné vodivosti (tlačítko „M“)
6. Do kádinky se vzorkem ponořte opláchnutou elektrodu (černá)
7. Odečtěte hodnotu měrné vodivosti (jednotky !), zaznamenejte teplotu
8. Elektrodu opět opláchněte demineralizovanou vodou

Stanovení neutralizační kapacity (NK)

Neutralizační kapacitou vody se rozumí látkové množství silné jednosytné kyseliny nebo silné jednosytné zásady v mmol, které spotřebuje 1 litr vody na dosažení určité hodnoty pH.

Rozeznává se proto kyselinová kapacita KNK a zásadová kapacita ZNK v mmol/l

Neutralizační kapacity se stanovují titrací vody kyselinou či zásadou, podle toho, jaké pH vykazuje měřený vzorek. Pro každý vzorek lze stanovit pouze dva z možných neutralizačních kapacit:

pH < 4,5	ZNK_{4,5}, ZNK_{8,3}
pH 4,5-8,3	KNK_{4,5}, ZNK_{8,3}
pH > 8,3	KNK_{4,5}, KNK_{8,3}

1. Stanovte pH hodnotu vzorku
2. Zjistěte, jaké neutralizační kapacity můžete stanovit
3. Do titrační baňky odměřte nedělenou pipetou (není-li uvedeno jinak) 50 (100) ml vzorku
4. Přidejte několik kapek příslušného indikátoru
5. Titrujte 0,1M HCl/ 0,1 M NaOH za stálého míchání do barevného přechodu
6. Vypočítejte příslušné hodnoty NK [mmol/l] pro všechny 3 vzorky

$$KNK_{(x)} = \frac{c(HCl) \cdot V(HCl) \cdot 1000}{V_{VZORKU}} [mmol/l]$$

$$ZNK_{(x)} = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH) \cdot 1000}{V_{VZORKU}} [mmol/l]$$

7. U vzorku určete z hodnot NK koncentrace $c(HCO_3^-)$ a $c(CO_3^{2-})$ [mmol/l], pokud se ve vzorku vyskytují.

Stanovení koncentrací příslušných forem oxidu uhličitého výpočtem

Výpočet pro vzorky o pH nižším než 4,5

$$\text{ZNK}_{4,5} = c(\text{H}^+)$$

$$\text{ZNK}_{8,3} = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3^*)$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3^* = \text{ZNK}_{8,3} - \text{ZNK}_{4,5}$$

Výpočet pro vzorky o pH v rozmezí hodnot 4,5 a 8,3

$$c(\text{HCO}_3^-) = \text{KNK}_{4,5}$$

$$c(\text{H}_2\text{CO}_3^*) = \text{ZNK}_{8,3}$$

Výpočet pro vzorky o pH vyšším než 8,3

a) vzorky obsahující HCO_3^- a CO_3^{2-}

$$\text{KNK}_{8,3} = c(\text{CO}_3^{2-}) - c(\text{H}_2\text{CO}_3^*)$$

$$\text{KNK}_{4,5} = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = \text{KNK}_{4,5} - 2 \cdot \text{KNK}_{8,3}$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = \text{KNK}_{8,3}$$

Pokud výsledek rovnice vyjde záporný, pak byl zvolen špatný typ výpočtu, a v tomto případě jsou v roztoku přítomny hydroxidové anionty. Musí se pracovat podle postupu uvedeného pod písmenem b)

b) vzorky obsahující CO_3^{2-} a OH^-

$$\text{KNK}_{8,3} = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$$

$$\text{KNK}_{4,5} = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = \text{KNK}_{4,5} - \text{KNK}_{8,3}$$

$$c(\text{OH}^-) = 2 \text{KNK}_{8,3} - \text{KNK}_{4,5}$$

Pokud výsledek této poslední rovnice vyjde záporný, pak byl použit špatný typ výpočtu, a v tomto případě jsou v roztoku přítomny hydrogenuhličitany. Musí se pracovat podle postupu uvedeného pod písmenem a).