

Volumetrie (Odměrná analýza)

Princip metody

- Na základě titračního činidla stanovujeme množství látky ve vzorku (analytu) = měření množství reagentu známé koncentrace, který je zapotřebí na kvantitativní reakci s analytem
- Přesná látková koncentrace odměrného činidla (= titr)
- Bod ekvivalence (BE)
- Konec titrace – určujeme v praxi
- **Reakce musí probíhat kvantitativně a jednoznačně!**

Koncentrace odměrných roztoků

- Připravují se z tzv. volumetrických standardů
- Nemáme-li látky v definovaném stavu – přibližná koncentrace
- Stanovení titru

$$n_A = n_R \cdot f_t \quad \longrightarrow \quad V_A \cdot c_A = V_R \cdot c_R \cdot f_t$$

- Stechiometrický (titrační) faktor nebo faktor titrace f_t
- Odvozený z vyčíslené chemické rovnice
- Umožňuje přepočítání látkového množství jedné složky roztoku (titračního činidla, n_R) na ekvivalentní látkové množství druhé (stanovované) složky n_A

Vzorové příklady

- **1.** Elementární analýzou lze stanovit síra i tak, že se směs vzniklých oxidů SO_2 a SO_3 zachytí v roztoku peroxidu vodíku jako H_2SO_4 . Obsah kyseliny se pak stanoví titrací odměrným roztokem NaOH . Určete hmotnostní procentualitu síry v organické látce, jestliže při analýze 6,123 mg vzorku byla vzniklá H_2SO_4 ztitrována 3,01 ml 0,01576 M NaOH .
- **[12,42 %]**

Vzorové příklady

- **2.** Připravte 500 ml odměrného roztoku 0,015 M NaOH. K dispozici máte 50% (m/m) vodný roztok NaOH (hustota 1,525 g/ml), jako standard dihydrát kyseliny šťavelové, indikátor fenolftalein a 10 ml byretu (louhovku).
 - a) Připravíme 50 ml roztoku kyseliny, k titraci budeme odebírat po 10 ml. Jaká bude navážka $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - b) Navážili jsme 33,5 mg $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ do 50 ml odměrky a doplnili po rysku. Průměrná spotřeba NaOH na 3 titrace po 10 ml roztoku $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ činila 7,04 ml. Jaký je titer odměrného roztoku NaOH?
- **[0,3934 ml NaOH 50% m/m; 33,1 mg; 0,01510 mol/l]**

Řešení př. 2 b)

$$m_A = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot M_A \cdot F$$

$$33,5 = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot 7,04 \cdot 126,066 \cdot 5$$

$$c_{\text{NaOH}} = 0,0150985 = \underline{\underline{0,01510 \text{ mol/l}}}$$

Acidobazické titrace

- Hmotnost stanovované složky m_A se vypočítá ze vztahu:

$$m_A = V_R \cdot c_R \cdot f_t \cdot M_A \cdot F$$

- Procentový (hmotnostní) obsah určované látky w_A

$$w_A = \frac{m_A}{m_s} = \frac{V_R \cdot c_R \cdot f_t \cdot M_A \cdot F}{m_s}$$

Vzorové příklady

- **3.** Množství 20 ml kyseliny fosforečné ($\rho = 1,26 \text{ g/ml}$) bylo zředěno vodou na objem 1000 ml. Z tohoto roztoku byly do tří titračních baněk odměřeny podíly po 2,5 ml a titrovány odměrným roztokem NaOH koncentrace 0,2051 mol/l na indikátor fenolftalein. Spotřeby titračního činidla byly: 2,70; 2,73 a 2,71 ml. Určete hmotnostní obsah H_3PO_4 v původním vzorku.
- **[43,23 %]**

Řešení př. 3

– $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ titrace do 2. stupně

$$\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{2}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot F$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,2051 \cdot 2,71 \cdot 10^{-3} \cdot 97,996 \cdot \frac{1000}{2,5}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 10,89 \text{ g}$$

$$w(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m_A}{\delta_s \cdot V_s}$$

$$w(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{10,89}{1,26 \cdot 20} \cdot 100$$

$$w(\text{H}_3\text{PO}_4) = \underline{\underline{43,23 \%}}$$

Příklady k řešení

- 4. Vzorek o hmotnosti 2,5178 g obsahující kyselinu citronovou byl rozpuštěn ve 100 ml odměrné baňce a doplněn vodou po značku. K titraci odměrným roztokem NaOH bylo odebráno 15 ml vzorku. Průměrná spotřeba činidla ze tří opakovaných titrací na fenolftalein byla 8,32 ml. Titr roztoku hydroxidu byl určen titrací přesně 0,2045 M- H_2SO_4 na stejný indikátor: spotřeba roztoku hydroxidu na 5 ml H_2SO_4 činila 6,15 ml. Určete hmotnostní zlomek kyseliny citronové ve vzorku.
- **[46,87 %]**