



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Odměrná analýza – základní pojmy

Odměrný roztok

Odměrný roztok je činidlo, které se při titraci přidává ke stanovované látce (roztok, kterým titrujeme a jehož spotřebu měříme).

Příprava odměrného roztoku o přesné koncentraci

- a) pokud máme dostatečně čistou látku stálého chemického složení, odměrný roztok o přesné koncentraci připravíme rozpuštěním přesné navážky a doplněním na známý objem
- b) pokud není možné připravit odměrný roztok z navážky, připraví se roztok o přibližné koncentraci a přesnou koncentraci zjistíme titrací na základní látku

Základní látka (primární standard)

Je látka definovaného chemického složení, chemicky čistá (čistota se během skladování nesmí měnit – např. nesmí reagovat s CO₂, podléhat oxidaci vzdušným kyslíkem....)

Titrace

Do titrační baňky napipetujeme stanovovanou látku **A** a z byřety titrujeme odměrným roztokem **B**.

Látka A reaguje s odměrným roztokem B dle rovnice:



- a.....počet molů stanovované látky
b.....počet molů titračního činidla

K úplnému zreagování stanovované látky a titračního činidla dojde v bodě ekvivalence. Z rovnice pak vyplývá, že v bodě ekvivalence platí.

$$n_A : n_B = a : b$$

- n_A.....látkové množství stanovované látky
n_B.....látkové množství odměrného činidla

Bod ekvivalence

V tomto bodě dochází k úplnému zreagování stanovované látky a titračního činidla a poměr látkového množství stanovované látky a látkového množství odměrného činidla je roven poměru jejich stechiometrických koeficientů.

Indikace bodu ekvivalence

Bod ekvivalence lze určit vizuálně nebo instrumentálními indikačními metodami:

a) **vizuální indikace** – sledování barevných změn zrakem

b) **instrumentální indikace** – sledování průběhu titračních křivek měřením vhodných fyzikálních veličin (napětí, pH, absorbance...)

Chemické indikátory

Obecně jsou to látky, které vyvolávají viditelnou změnu v titrovaném roztoku (změnu zbarvení, zákal...) a usnadňují určení bodu ekvivalence. Před titrací přidáváme do titrační baňky 2–3 kapky indikátoru.

Acidobazické (neutralizační) titrace

Podle charakteru odměrného roztoku je dělíme na **alkalimetrii** a **acidimetrii**.

Alkalimetrie

stanovovaná látka – kyselina

odměrný roztok – roztoky silných zásad – hydroxid sodný nebo draselný

základní látka – nejčastěji dihydrát kyseliny šťavelové nebo hydrogenftalan draselný

Acidimetrie

stanovovaná látka – zásada

odměrný roztok – roztoky silných kyselin – chlorovodíková, sírová

základní látka – šťavelan sodný, bezvodý uhličitan sodný, tetraboritan sodný

Acidobazické indikátory

Jsou to slabé organické kyseliny nebo zásady, u nichž se liší barva disociované a nedisociované formy.

Nejběžnějšími indikátory, používanými při acidobazických titracích, jsou fenolftalein, dimethylová žluť, methylová oranž.

Výpočet navážky na přípravu odměrného roztoku

$$n = c \cdot v \qquad n = \frac{m}{M}$$

$$m = c \cdot V \cdot M$$

n	látkové množství [mol]
m	hmotnost rozpuštěné látky [g]
M	molární hmotnost rozpuštěné látky [g / mol]
V	objem odměrného roztoku [l]
c	molární koncentrace odměrného roztoku [mol / l]

Př.1

Kolik gramů NaCl musíte navážít na přípravu 500 ml roztoku NaCl o koncentraci 0,1 mol/l?

Řešení:

$$M(\text{NaCl}) = 58,443 \text{ g/mol}$$

$$V = 0,5 \text{ l}$$

$$c = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$m = c \cdot V \cdot M$$

$$m = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 58,443 = 2,9222 \text{ g}$$

Na přípravu 500 ml roztoku NaCl je třeba navážít 2,9222g NaCl.

Výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku

Př. Jaká je přesná koncentrace roztoku KOH v mol/l, spotřebovalo-li se na titraci 10 ml kyseliny šťavelové o $c = 0,05 \text{ mol/l}$ 10,5ml tohoto roztoku?
(přesnou koncentraci uvádíme na čtyři desetinná místa!)

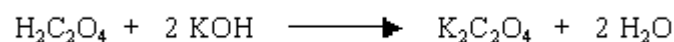
Řešení:

$$c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,05 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ l}$$

$$V(\text{KOH}) = 10,5 \text{ ml} = 0,01050 \text{ l} \quad \textit{průměrná spotřeba ze tří titrací !}$$

Titrace probíhá podle rovnice:



V bodě ekvivalence platí:

$$n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) : n(\text{KOH}) = 1 : 2$$

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$$

$$c(\text{KOH}) = 2 \frac{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KOH})}$$

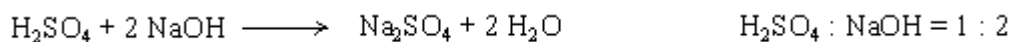
$$c(\text{KOH}) = 2 \frac{0,05 \cdot 0,01}{0,01050}$$

$$c(\text{KOH}) = 0,0952 \text{ mol/l}$$

Přesná koncentrace roztoku je 0,0952 mol/l .

Výpočet množství stanovované složky

Obsah stanovované složky se určuje na základě spotřeby titračního činidla. Chemické reakce probíhají tak, že látková množství spolu reagujících složek i produktů vznikajících reakcí jsou v poměru malých celých čísel. Např.:



tzn. že na úplnou neutralizaci 1 molu H_2SO_4 , je třeba 2 molů NaOH

K výpočtu obsahu stanovované složky je třeba znát spotřebu titračního činidla V , jeho přesnou látkovou koncentraci c a molární hmotnost stanovované složky M .

Př. Kolik gramů uhličitanu sodného je třeba navážít, aby po rozpuštění navážky a doplnění na objem 120 ml činila při titraci 15 ml tohoto roztoku spotřeba HCl o $c = 0,1 \text{ mol/l}$ 12 ml?

Řešení:

$$V(\text{HCl}) = 12 \text{ ml} = 0,012 \text{ l}$$

$$c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 15 \text{ ml} = 0,015 \text{ l}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g/mol}$$

Titrace probíhá podle rovnice:



$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{HCl}) = 1 : 2$$

po úpravě:

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{1}{2} c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

V 15 ml roztoku braného k titraci je obsaženo:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} 0,01 \cdot 0,012 \cdot 105,99$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0636 \text{ g}$$

Ve 120 ml roztoku Na_2CO_3 je obsaženo:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{120}{15} \cdot 0,0636$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5088 \text{ g}$$

K přípravě roztoku je třeba navážít 0,5088 g Na_2CO_3 .

Kontrolní otázky

1. Co to je základní látka a jaké musí splňovat požadavky?
2. Co se nejčastěji používá jako základní látka v alkalimetrii?
3. Jakým způsobem lze určit bod ekvivalence?
4. Jaké látky lze stanovit acidimetricky a jaký odměrný roztok se při acidimetrii používá?
5. Jaké znáte nejčastější acidobazické indikátory?