

6 STANOVENIE TVRDOSTI VODY

CIEĽ LABORATÓRNEHO CVIČENIA

Cieľom laboratórneho cvičenia je stanoviť prechodnú a trvalú tvrdosť vzoriek vody pomocou odmernej analýzy.

ÚLOHY LABORATÓRNEHO CVIČENIA

- Príprava roztokov zadanej koncentrácie
- Stanovenie prechodnú tvrdosť vzoriek vody
- Stanovenie trvalej tvrdosti vzoriek vody

TEORETICKÝ ÚVOD

Pod pojmom tvrdosť vody rozumieme prítomnosť najmä vápenatých a horečnatých solí a to uhličitanov, síranov a chloridov vo vzorke vody. Tvrdosť vody sa vyjadruje v rôznych jednotkách, najčastejšie však v stupňoch nemeckých alebo v milimóloch CaO na liter. Jeden milimól CaO predstavuje 56 mg CaO v jednom litri vody. Stupeň nemecký je tvrdosť vody, ktorú by spôsobilo 10 mg CaO v jednom litri vody. Pri stanovení tvrdosti vody rozlišujeme:

- karbonátovú tvrdosť – spôsobenú hydrogenuhličitanmi. Niekedy ju nazývame aj prechodná tvrdosť vody, táto tvrdosť sa povarením čiastočne odstraňuje,
- nekarbonátovú tvrdosť – spôsobenú hlavne síranmi, v menšej miere chloridmi a dusičnanmi, táto tvrdosť sa povarením nemení a preto ju nazývame aj stála tvrdosť vody,
- celkovú tvrdosť, ktorá je súčtom predchádzajúcich dvoch tvrdostí.

Z praktického hľadiska sa voda delí na:

- veľmi mäkkú do 4 °N,
- mäkkú od 4 do 5 °N,
- stredne tvrdú od 5 do 12 °N,
- tvrdú od 12 do 18 °N,
- veľmi tvrdú nad 18 °N.

Tvrdosť vody sa najčastejšie stanovuje odmernou analýzou (titráciou).

ODMERNÁ ANALÝZA

Pri odmernej analýze k roztoku stanovovanej zložky A pridávame z byrety odmerný roztok činidla so známou koncentráciou c_B , ktoré s ňou zreaguje až do konca reakcie, teda až do dosiahnutia bodu ekvivalencie. Zo spotreby činidla potrebnej na dosiahnutie bodu ekvivalencie V_B a jeho koncentrácie c_B sa stechiometricky vypočíta hmotnosť stanovovanej látky vo vzorke m_A , alebo jej koncentrácia c_A .

BOD EKVIVALENCIE

Je rovný spotrebe roztoku V_B so známou koncentráciou c_B , potrebnej na ukončenie reakcie a okamih, kedy ho dosiahneme, je možné určiť napríklad pomocou zmeny farby indikátora.

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

LABORATÓRNE CVIČENIE

Použitý materiál:

- kyselina chlorovodíková: HCl ($c = 0,1 \text{ mol. dm}^{-3}$)
- roztok hydroxidu sodného: NaOH ($c = 0,1 \text{ mol. dm}^{-3}$)
- roztok uhličitanu sodného: Na_2CO_3 ($c = 0,05 \text{ mol. dm}^{-3}$)
- metyloranž

Prístroje a pomôcky:

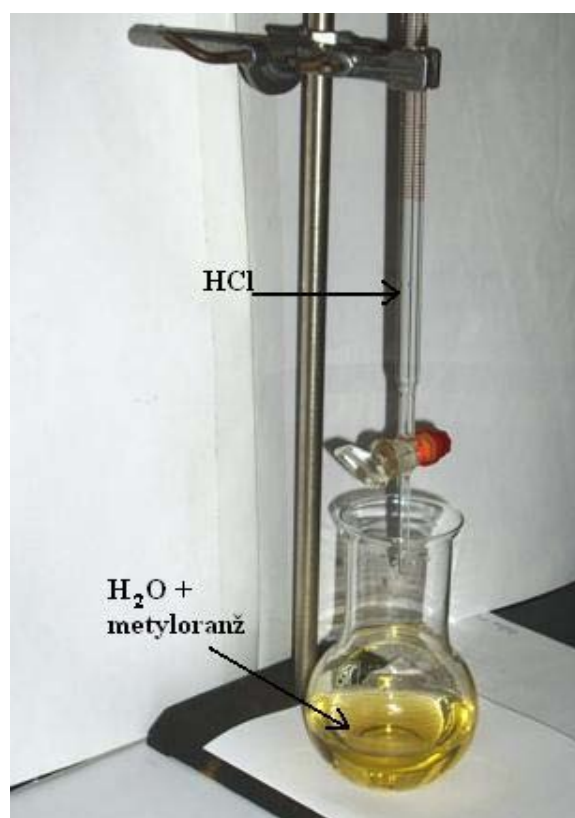
- stojan, držiaky
- laboratórne sklo (kužeľová banka, byreta, odmerný valec, odmerná banka, lievnik)

STANOVENIE PRECHODNEJ TVRDOSTI VODY

Hydrogenuhličitanu alkalických zemín sú alkalické, čo umožňuje ich titračné stanovenie.

Postup práce:

1. Zostavte aparáturu podľa obrázku 6.1.
2. K 100 ml vzorky vody v titračnej banke pridajte 5 kvapiek indikátora (metyloranž) a titrujte odmerným roztokom kyseliny chlorovodíkovej: HCl – o koncentracii $0,1 \text{ mol. dm}^{-3}$ do cibul'kového sfarbenia roztoku (obr. 6.2). Odčítajte spotrebované množstvo roztoku HCl (1 ml roztoku HCl zodpovedá 2,8 stupňom nemeckým t.j. $0,5 \text{ mol CaO}$).



Obr. 6.1 Titračná aparátúra

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTKO



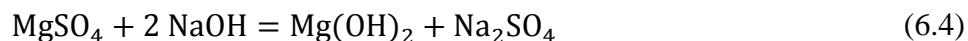
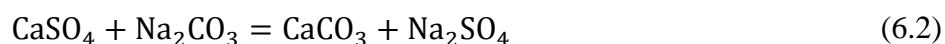
Obr. 6.2 Porovnanie roztokov pred a po titracii

Výpočty:

- počet ml $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztoku HCl spotrebovanej pri titracii vynásobený 0,5 sa rovná počet milimólov CaO
- počet ml $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztoku HCl spotrebovaných pri titracii vynásobený 2,8 sa rovná počet stupňov nemeckých

STANOVENIE STÁLEJ TVRDOSTI VODY

Stanovenie stálej tvrdosti vody umožňujú reakcie vápenatých solí silných kyselín s uhličitanom sodným a reakcia horečnatých solí silných kyselín s hydroxidom sodným. Hydrogenuhličitan vápenatý a horečnatý reagujú s hydroxidom sodným za vzniku uhličitanu vápenatého alebo hydroxidu horečnatého.



Postup práce:

1. Zostavte aparáturu.
2. Do 200 ml odmernej banky odpipetujte presne 100 ml vzorky vody a pridajte 10 ml odmerného roztoku NaOH o koncentracii $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a 10 ml odmerného roztoku Na_2CO_3 o koncentracii $0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.
3. Obsah banky zahrievajte na vodnom kúpeli dovtedy, kým sa zrazenina neusadí.
4. Obsah banky ochlaďte, doplňte destilovanou vodou po značku a prefiltrujte cez suchý filter.
5. Z filtrátu potom odpipetujte 100 ml do titračnej banky a titrujte roztokom HCl na metyloranž ako indikátor, čím vykonáte tzv. spätnú titraciu, t.j. pomocou $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ odmerného roztoku HCl stanovíte množstvo nezreagovaného roztoku NaOH a Na_2CO_3 . Rozdiel spotreby musel teda zreagovať v zmysle uvedených rovníc

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

(1 ml spotrebovanej zmesi odmerných roztokov NaOH a Na₂CO₃ zodpovedá 1 mmol tvrdosti vody).

Výpočty:

- počet ml 0,1 mol. dm⁻³ roztoku NaOH a 0,05 mol. dm⁻³ roztoku Na₂CO₃ pridaných na začiatku stanovenia delený dvoma teda 10 ml, mínus počet ml 0,1 mol. dm⁻³ roztoku HCl spotrebovaných pri spätnej titracii krát 0,5 sa rovná počet mmol CaO. (Pozn.: dvomi delíme preto, že z 10 ml 0,1 mol. dm⁻³ roztoku NaOH a 10 ml 0,05 mol. dm⁻³ Na₂CO₃, ktoré sme pridalí na začiatku stanovenia do vzorky, spätnú titraciu sme vzali len polovicu).
- počet ml 0,1 mol. dm⁻³ roztoku NaOH a 0,05 mol. dm⁻³ roztoku Na₂CO₃ pridaných na začiatku stanovenia delený dvoma teda 10 ml, mínus počet ml 0,1 mol. dm⁻³ roztoku HCl spotrebovaných pri spätnej titracii krát 2,8 sa rovná počet stupňov nemeckých

ZÁVER