

Studium vlivu iontové síly na povrchový náboj nanočástic

Úkol

Studujte závislost povrchového náboje nanokrystalů oxidu železitého v závislosti na iontové síle, získané výsledky komentujte vzhledem k modifikaci elektrické dvojvrstvy.

Úvod

Pokud je pevná látka ponořena do polárního elektrolytu, mohou na jejím povrchu nastat různé procesy - preferenční adsorpce a dissoluce určitých iontů, substituce povrchových iontů, akumulace nebo rozptýlení elektronů na povrchu, fyzikální adsorpce nabitých látek apod. Tyto procesy vedou ke vzniku nenulové hustoty povrchového náboje a tedy elektrochemického potenciálu. Vzhledem k zaměření této práce na oxidické materiály, je nutné zmínit, že u těchto materiálů vzniká povrchový náboj především dissolucí a depozicí iontů z roztoku (při změně pH především H_3O^+ a OH^-). Tato charakteristika je nazývána „zeta“ potenciál a udává tedy jak velký je elektrostatický potenciál na povrchu krystalitů. Bod pH, kdy je zeta potenciál nulový, je označován p.z.c. (z anglického „point of zero charge“) – tedy bod nulového náboje.* Pokud je pH solu krystalitů větší než p.z.c., je povrch oxidu pokryt záporně nabitými OH skupinami. Pokud je pH nižší než p.z.c., je H^+ iont ten, který zapříčiňuje kladný povrchový potenciál. Z Nernstovy rovnice lze snadno odvodit vztah pro výpočet zeta potenciálu E :

$$E = \frac{2,303R \cdot T \log(p.z.c. - pH)}{F}$$

kde R je univerzální plynová konstanta, T absolutní teplota a F je Faradova konstanta. Pro pokojovou teplotu se dá vztah ještě zjednodušit:

$$E \approx 0,06(p.z.c. - pH)$$

Přehled p.z.c. některých oxidických materiálů podává tabulka Tab. 1.

Materiál	p.z.c.	Materiál	p.z.c.
SiO_2	2,5	Fe_2O_3	8,6
TiO_2	6	Al_2O_3	9

Bod p.z.c. není u téhož materiálu za všech okolností stejný, záleží např. na metodě přípravy, modifikaci povrchu nebo kalcinaci (p.z.c. nekalcinovaného TiO_2 je 6, zatímco kalcinovaného až 3,2).

Postup

Pro studii použijte poskytnutý vzorek ferrofluidu obsahujícího nanočástice oxidu železitého. Připravte vzorky o celkovém objemu 10 ml přidáním roztoků KI resp. Na_2SO_4 o následující iontové síle 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.9. Koncentraci roztoků pro požadované hodnoty iontové síly I určete na základě znalosti vztahu:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_i z_i$$

kde c_i je molární koncentrace roztoku, z_i je nábojové číslo. Před jednotlivými měřeními vzorky opakovaně přefiltrujte přes injekční filtr^a. Získané hodnoty komentujte vzhledem k ovlivnění tloušťky dvojrstvy.

Detailní informace o práci s přístrojem ZetaSizer a autotitrátorem jsou uvedeny v Příručce pro uživatele. Dbejte pokynů vyučujícího a v případě nejasností během provádění experimentů kontaktujte vyučujícího.

^a Všechny kapaliny používané pro zředění vzorku (dispergovadla a rozpouštědla) se musejí před použitím filtrovat, abyste se vyvarovali kontaminace vzorku. Velikost filtru bude určena odhadovanou velikostí vzorku. Je-li vzorek 10 nm, pak prach o velikosti 50 nm bude důležitou kontaminující látkou v dispergovadle. Vodná dispergovadla se mohou filtrovat až na 0,2 μm , zatímco nepolární dispergovadla se mohou filtrovat až na 10 nebo 20 nm. Vzorky se nefiltrují, pokud je to vůbec možné. Filtry mohou odstranit vzorek absorpcí stejně jako fyzikální filtrací. Vzorek filtrujte pouze tehdy, jste-li si vědomi částic větších velikostí, jako aglomeráty, které je potřeba odstranit, protože nejsou důležité, nebo způsobují kolísání výsledků.