

Práca 5 VODIVOSŤ

ÚVOD

Elektrické aj magnetické vlastnosti hmoty vysvetľujeme predstavou, že najmenšie častice hmoty obsahujú elektrický náboj. Existencia náboja sa prejavuje tým, že vytvára okolo seba elektrické pole, v ktorom ostatné náboje podliehajú elektrickým silám.

Elektrina je časť fyziky, ktorá skúma elektrické javy spôsobené nábojmi.

Podľa skúmania týchto javov sa rozdeľuje na:

- *Elektrostatika* - študuje elektrické javy spôsobené nábojmi, ktoré sú vzhľadom k pozorovateľovi v pokoji.
- *Elektrodynamika* - študuje javy spôsobené pohybom elektrických nábojov.

Úloha 5 Meranie vodivosti roztokov elektrolytov

Táto úloha patrí do časti fyziky - elektrodynamika.

Konduktometria je fyzikálna metóda, ktorá sa zaoberá meraním vodivosti látok. Látky (materiály) sa podľa vodivosti rozdeľujú na:

Vodiče - obsahujú vysokú koncentráciu tzv. voľných nosičov náboja, ktoré sa môžu voľne pohybovať vo vodičoch a vytvárať tak elektrický prúd (usmernený pohyb nosičov náboja). Patria k nim napr. kovy, uhlík vo forme tuhy, roztoky elektrolytov a za istých podmienok aj plyny (plazma).

-**Vodiče I. druhu** - ktorých vedenie elektrického prúdu zabezpečujú elektróny (napríklad kovy, ich zliatiny a tuha) - hovoríme o *elektrónovej vodivosti*. Pri prechode elektrického prúdu látky zostávajú nezmenené.

-**Vodiče II. druhu**, v ktorých vedenie elektrického prúdu zabezpečujú ióny (kladné - katióny a záporné - anióny) - hovoríme o *iónovej vodivosti*. Pri pohybe iónov v elektrickom poli dochádza k prenosu hmoty.

Izolanty (tiež dielektriká, nevodiče) sú látky, ktoré obsahujú veľmi málo voľných nosičov náboja, preto nevedú elektrický prúd. Ich vodivosť je o 15-24 rádov nižšia ako je vodivosť vodičov. K izolantom patrí vákuum, vzduch a iné plyny pri nízkych teplotách, sklo, papier, kremeň, keramika, destilovaná voda a iné.

Polovodiče tvoria prechod medzi vodičmi a izolantami. Patria k nim Ge, Si, Se, CdS, PbS a ďalšie.

V tejto úlohe sa budeme zaoberať meraním vodivosti elektrolytov, ktoré patria k vodičom druhého druhu.

Vodiče II. druhu sú elektricky vodivé roztoky **elektrolytov**, v ktorých sú molekuly rozpustenej látky disociované na katióny a anióny. Účinkom elektrického poľa sa ióny pohybujú smerom k opačne nabitým elektródam a sprostredkujú prenos elektrického náboja, a teda aj vedenie elektrického prúdu.

Rozdelenie elektrolytov

- *silné* - molekuly rozpustenej látky sú úplne disociované, v roztokoch sa nachádzajú vo forme iónov (sú to napríklad silné kyseliny, silné zásady a ich soli)
- *slabé* - molekuly rozpustenej látky sú len čiastočne disociované, v roztokoch sa okrem iónov nachádzajú aj nedisociované molekuly (sú to napríklad organické kyseliny a zásady, NH_3 , H_2O).

O sile elektrolytov informuje stupeň ich disociácie (α), o ktorom sa viac dozviete v letnom semestri pri štúdiu predmetu Fyzikálna chémia.

Vodivosť

Na vedenie elektrického prúdu v roztokoch môžeme aplikovať všetky vzťahy vyplývajúce z Ohmovho zákona, podľa ktorého elektrický odpor vodiča (R) je priamo úmerný napätiu (U) medzi jeho koncovými bodmi a nepriamo úmerný prúdu (I):

$$R = \frac{U}{I} \quad [\Omega] \quad (1)$$

Jednotkou elektrického odporu je Ohm (Ω).

Elektrický odpor (R) závisí aj od geometrických vlastností vodiča podľa vzťahu:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad [\Omega] \quad (2)$$

ℓ je dĺžka vodiča [m]

S je prierez vodiča [m^2]

ρ je merný odpor (rezistivita) vodiča [$\Omega \text{ m}$]

Druhy vodivosti

- **Konduktancia (elektrická vodivosť - G)** je prevrátenou hodnotou elektrického odporu (R). Jej hodnota je priamo úmerná veľkosti prúdu a nepriamo úmerná veľkosti napätia. Základnou jednotkou elektrickej vodivosti je Siemens [S].

$$G = \frac{1}{R} \quad G = \frac{I}{U} \quad G = \frac{1}{\rho} \frac{S}{\ell} \quad [\text{S}] \quad (3)$$

- **Konduktivita (merná elektrická vodivosť - κ)** je prevrátenou hodnotou merného odporu (rezistivity - ρ):

$$\kappa = \frac{1}{\rho} \quad \kappa = G \frac{\ell}{S} \quad [\text{S m}^{-1}] \quad (4)$$

Konduktivita elektrolytov rastie zvyšovaním teploty aj koncentrácie látky v roztoku. Silné elektrolyty majú pri rovnakej koncentrácii vyššiu konduktivitu ako slabé elektrolyty.

Konduktometria sa v praxi často používa na hodnotenie celkového obsahu rozpustených elektrolytov v rôznych typoch vôd (napr. odpadových, technologických a povrchových) a tiež sledovanie zmien koncentrácie elektrolytov pri niektorých technologických procesoch.

Cieľ práce

- Pripraviť roztoky dvoch vybraných elektrolytov (označíme E) riedením zo zásobných roztokov s koncentraciami - c_E a odmerať ich konduktivitu.

- Namerané hodnoty graficky znázorniť a zo závislosti $\kappa = f(c_E)$, vyhodnotiť trend oboch kriviek (priamka, krivka) a určiť, ktorý meraný elektrolyt je silnejší.

Pomôcky

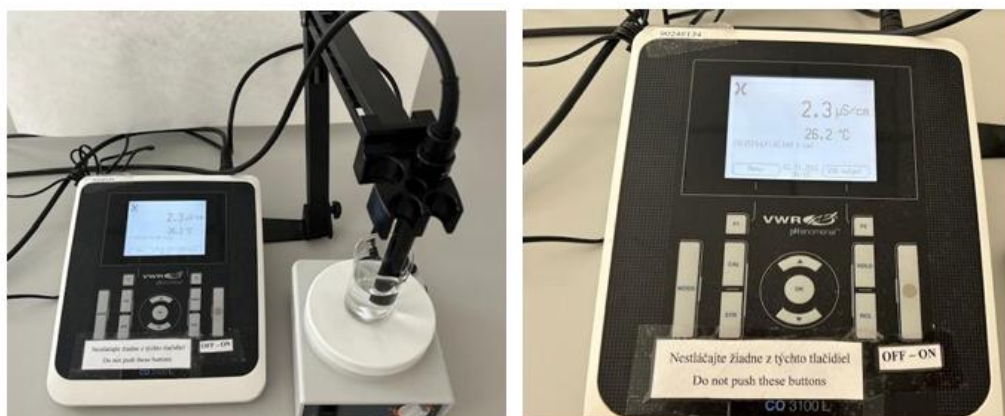
konduktometre, odmerné banky - 50 ml, teplomer, kadičky, pipety, magnetická miešačka, miešadielko

Chemikálie

zásobné roztoky silných a slabých elektrolytov s koncentráciami $c_E = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, redistilovaná voda (dvakrát destilovaná)

Postup

Na merania budete používať digitálny konduktometer (obrázok 5.1). Každý z dvojice študentov bude merať jeden z pripravených elektrolytov - E (teda meriate dva elektrolyty) a do protokolov uvediete aj výsledky meraní druhého študenta z dvojice.



Obrázok 5.1 Konduktometer s príslušenstvom

1. Konduktometer pripojte do siete a zapnite tlačidlo ON/OFF.
2. Do malej kadičky s objemom 25 ml, ktorú budete používať pri meraní konduktivity všetkých roztokov, nalejte redistilovanú vodu.
3. Do kadičky s vodou vložte malé miešadielko, kadičku položte na miešačku a zapnite miešanie.
4. Elektródu opatrne ponorte do kadičky s redistilovanou vodou a na displeji odčítajte konduktivitu (κ), ktorá by mala byť nižšia ako $2 \mu\text{S cm}^{-1}$. Ak je nameraná hodnota vyššia, elektródu niekoľkokrát opláchnite vodou a znovu odmerajte vodivosť. Nameranú hodnotu zapíšte do tabuľky 5.1.
5. Po meraní elektródu vyberte z roztoku. Vodu z kadičky vylejte a kadičku osušte filtračným papierom.
6. Zo zásobného roztoku (označíme ZR) vybraného elektrolytu s koncentráciou $c_{ZR} = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, pripravte prvý roztok s najnižšou koncentráciou $c_{PR} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ do odmernej banky s objemom 50 ml. Na výpočet objemu zásobného roztoku (V_{ZR}) potrebného na prípravu zriedeného roztoku použite zried'ovacu rovnicu:

$$c_{PR} V_{PR} = c_{ZR} V_{ZR} \quad (5)$$

c_{PR} je koncentrácia pripravovaných roztokov [mol dm^{-3}]

c_{ZR} je koncentrácia zásobného roztoku [mol dm^{-3}]

V_{PR} je objem pripravovaných roztokov, $V_{PR} = 50 \text{ ml}$ [cm^3]

V_{ZR} je objem zásobného roztoku [cm^3]

7. Zásobný roztok $c_{ZR} = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ nalejte do kadičky. Vypočítaný objem V_{ZR} pre koncentráciu pripravovaného roztoku $c_{PR} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ odpipetujte z kadičky priamo do odmernej banky s objemom 50 ml a banku doplňte redestilovanou vodou po značku.

8. Pri meraní konduktivity pripraveného roztoku nalejte do malej kadičky, v ktorej ste merali redestilovanú vodu asi 20 ml pripraveného roztoku z odmernej banky. Tento objem sa použije na opláchnutie elektródy a kadičky. Po opláchnutí roztok vylejte do odpadu. Zvyšok roztoku z banky vlejte do tej istej kadičky a odmerajte jeho konduktivitu prvýkrát. Meranie konduktivity roztoku urobte trikrát tak, že elektródu z roztoku vytiahnete a opäť ponoríte späť. Venujte pozornosť aj jednotke konduktivity zobrazenej na displeji. Namerané tri hodnoty konduktivity pre prvý roztok zapíšte do tabuľky 5.1.

9. Rovnako postupujte pri príprave a meraní roztokov elektrolytu s koncentraciami:

$c_E = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9$ a $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$.

10. Po skončení všetkých meraní elektródu opláchnite viackrát destilovanou vodou, ponorte ju do kadičky s destilovanou vodou a nechajte miešať asi 5 minút, aby sa z nej odstránili všetky ióny elektrolytu.

Konduktivita destilovanej vody má byť opäť nižšia ako $2 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Tabuľka 5.1 Namerané a vypočítané hodnoty konduktivity pre roztoky elektrolytov

$t = \dots\dots^\circ\text{C}$ meraný elektrolyt.....

c_E [mol dm^{-3}]	V_{ZR} [ml]	κ_1	κ_2	κ_3	$\bar{\kappa}$ [S m^{-1}]
0,1					
0,2					
0,3					
.					
.					
1,0					

Jednotky konduktivity závisia od druhu elektrolytu - $\mu\text{S cm}^{-1}$ alebo mS cm^{-1} , preto nie sú pri κ v tabuľke uvedené.

Spracovanie výsledkov

Do tabuľky 5.1:

1. Vypočítajte priemerné hodnoty konduktív ($\bar{\kappa}$) pre roztoky meraného elektrolytu v jednotkách S m^{-1} .

2. Nakreslite závislosť $\bar{\kappa} = f(c_E)$ pre oba merané elektrolyty a vyhodnoťte (typ závislosti – priamka, krivka). Do záveru uveďte, ktorý z meraných elektrolytov je silnejší.