

## 17. Elektrolito elektrinio laidžio priklausomybė nuo temperatūros

### Užduotis.

Ištirti elektrolitinio tirpalo elektrinio laidžio priklausomybę nuo temperatūros.

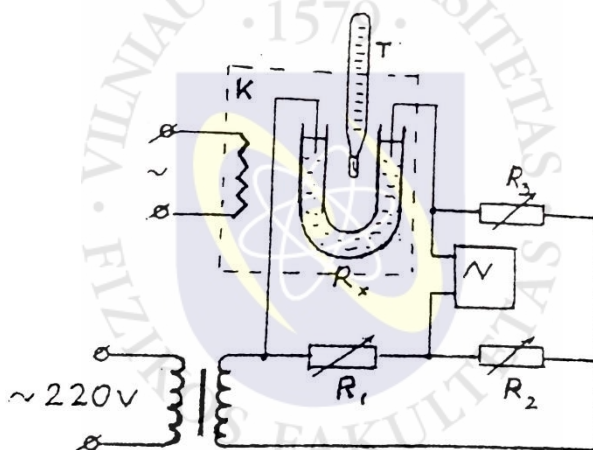
### Pagrindiniai teoriniai klausimai.

1. Disociacijos laipsnio priklausomybė nuo tirpalo koncentracijos.
2. Skysčių elektrinis laidumas ir jo priklausomybė nuo temperatūros.
3. Elektrodo poliarizacijos reiškinys.

### Tyrimo metodas.

Elektrinį laidį matuojame kintamos srovės tilteliu (1 pav.). Tiltelis maitinamas tinklo kintama įtampa, sumažinta transformatoriumi. Kintamos įtampos panaudojimas leidžia išvengti elektrodo poliarizacijos reiškinio. Tiltelio jautris didžiausias, kai jo pečių varžos vienodos. Atsižvelgdami į tai, varžas  $R_2$  ir  $R_3$  parenkame vienodas ir artimas  $R_x$ . Tokiu atveju pagal tiltelio balanso sąlygą

$\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_3}{R_2}$  gausime  $R_x = R_1$ . Tiltelio balanso indikatoriumi yra oscilografas.



1 pav. Elektrolito elektrinio laidžio matavimo schema

Varžos  $R_x$  matavimo momentu temperatūros kitimas turi būti nežymus. Tai pasiekama reguliuojant krosnelės K kaitinimo srovės stiprį arba ją trumpam išjungiant. Temperatūrą didiname iki  $80^{\circ}\text{C}$ . Negalima užvirinti, nes skysčiui išgaruojant laidis negrįžtamai pakinta.

Tiriamąjį skysčio savitasis laidis

$$\sigma = \frac{l}{RS}. \quad (1)$$

čia  $l$  – atstumas tarp elektrodo galų išilgai vamzdelio vidurio linijos,  $S$  – vamzdelio skerspjūvio plotas. Skysčio elektrinis laidis priklauso nuo ištirpusios druskos molekulių koncentracijos  $n$ , jų disociacijos laipsnio  $\alpha$ , teigiamų ir neigiamų jonų judrių  $u_+$  ir  $u_-$ :

$$\sigma = \alpha n q (u_+ + u_-). \quad (2)$$

čia  $q$  – jono krūvis. Tirpalo koncentracija dažniausiai išreiškiama druskos ir skysčio masių santykiu. Jeigu tirpalo tūris  $V$ , o ištirpusios druskos masė  $m$ , jos molio masė  $M$ , tai molekulių tankis

$$n = \frac{m}{VM} N_A. \quad (3)$$

čia  $N_A$  - Avogadro skaičius. Kai tankis  $n$  pakankamai mažas,  $\alpha \approx 1$ .

$$v_d = \frac{U}{l} (u_+ + u_-). \quad (4)$$

čia  $U$  – efektinė įtampos reikšmė. Jonų judrumą lemia skysčio klampos koeficientas, kuris kylant temperatūrai mažėja eksponentiškai:

$$\eta = A e^{\frac{\Delta E}{kT}}. \quad (5)$$

čia  $A$  – konstanta, o  $\Delta E$  – energija, kurią reikia suteikti molekulei, kad ji peršoktų iš vienos pusiausvyros padėties į kitą. Ji vadinama aktyvacijos energija.

Todėl galima parašyti, kad savitasis elektrinis laidis  $\sigma \sim \frac{1}{\eta}$  ir

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right). \quad (6)$$

čia  $\sigma_0$  - konstanta. Energiją  $\Delta E$  nesunku rasti iš funkcijos  $\ln \sigma = f\left(\frac{1}{T}\right)$  grafiko pagal formulę

$$\Delta E = \frac{\Delta(\ln \sigma)}{\Delta\left(\frac{1}{T}\right)} k. \quad (7)$$

Jeigu disociacijos laipsnis nėra lygus vienetui, tai kylant temperatūrai jis prie šios reikšmės artėja. Konstantos  $\sigma_0$  priklausomybės nuo temperatūros nepaisome, nes, lyginant su eksponente, ji silpna.

### Darbo eiga.

1. Sujunkite grandinę, kaip parodyta 1 pav.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
3. Kintamųjų varžų  $R_2$  ir  $R_3$  vertes parinkite vienodas.
4. Įjunkite schemos maitinimo šaltinį ir oscilografą.
5. Oscilografo ekrane turėtumėte matyti harmoninį signalą, o tai reiškia, jog tiltelis nesubalansuotas, todėl keiskite kintamąją varžą  $R_1$  tol, kol pasieksite tiltelio balansą, t.y. oscilografo ekrane bus matomas apie nulinę vertę nežymiai svyruojantis signalas. Tokiu atveju elektrolito varža  $R_x$  bus apytiksliai lygi  $R_1$ .
6. Varžas  $R_2$  ir  $R_3$  pakeiskite taip, kad savo verte taptų artimos  $R_x$ , bet tarpusavyje išliktų vienodos.
7. Įjunkite elektrolito kaitinimo krosnelę ir stebėkite pokyčius oscilografo ekrane (elektrolitui sušilus ir pakitus jo varžai, tiltelis vėl išsibalansuoja ir oscilografo ekrane atsiranda signalas).

### **Atsargiai! Kaitinimo krosnelės paviršiai įkaista! Nenusideginkite rankų!**

8. Kas 4 °C vis iš naujo subalansuokite tiltelį, keisdami varžą  $R_1$ , ir kiekvieną kartą užsirašykite duomenis į lentelę. Kaitinkite ne daugiau nei iki 80 °C.

t, °C	$R_1, \Omega$	$R_2, \Omega$	$R_3, \Omega$

9. Atlikę matavimus išjunkite schemos matinimą, elektrolito kaitinimą ir oscilografą.

### **Eksperimento duomenų analizė.**

1. Naudodami elektrolito varžos  $R_x$  vertę pradinėje (kambario) temperatūroje, pagal (1) formulę apskaičiuokite elektrolito savitąjį laidumą  $\sigma$ .
2. Grafiškai pavaizduokite priklausomybę  $\ln \sigma = f\left(\frac{1}{T}\right)$  ir aproksimuokite ją tiese. Remiantis (6) išraiška, tiesės lygtis yra tokio pavidalo:

$$\ln \sigma = \ln \sigma_0 - \frac{\Delta E}{kT}. \quad (7)$$

3. Iš gautos priklausomybės nustatykite aktyvacijos energiją  $\Delta E$ . Kadangi tiesės krypties koeficientas

$$A = -\frac{\Delta E}{k}, \quad (8)$$

tai aktyvacijos energija

$$\Delta E = -Ak. \quad (9)$$

### **Baigę darbą nepamirškite išjungti prietaisų!**

#### **Literatūra.**

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000.
2. A. Matvejevas, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Mokslas*, 1991.
3. V. Rinkevičius, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2001.