



**2004-2006 m. Bendrojo programavimo dokumento 2 prioriteto „Žmogiškųjų išteklių plėtra“ 4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtra“**

Projekto sutarties numeris: **ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261**

Projekto pavadinimas: **Inovatyvūs mokymo(si) metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui**

## BIO 323. BIOFIZIKA

Laboratorinis darbas

### DIFUZINIO POTENCIALO TYRIMAS

#### DARBO TIKSLAS

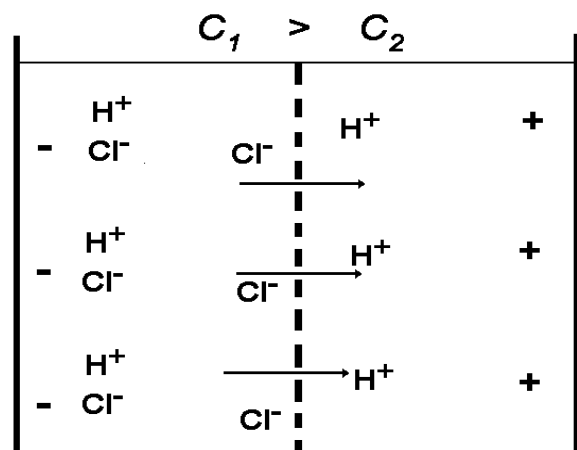
Susipažinti su difuzinio potencialo, atsirandančio tarp dviejų kontaktuojančių skirtingų koncentracijų ir sudėties elektrolitų, kilme.

#### DARBO UŽDUOTIS

Ištirti difuzinio potencialo priklausomybę nuo kontaktuojančių elektrolitų koncentracijų ir sudėties.

#### TEORINĖ DALIS

Difuzinis potencialas (elektrinių potencialų skirtumas abipus dviejų skystų aplinkų ribos) susidaro dviejų skystų aplinkų riboje dėl nevienodo jonų judrumo. Tegul turime indą su druskos rūgštimi, perskirtą pralaidžia pertvara (1 pav.). Tegul kairėje indo pusėje druskos rūgštis



1

1 pav. Difuzinio potencialo susidarymas.

koncentracija yra didesnė nei dešinėje pusėje. Tada vandenilio ir chloro jonai difunduos iš kairės pusės į dešiniąją pagal koncentracijos gradientą.

Tačiau jonų difuzijos greitį apsprendžia jų judrumas. Vandenilio jonų judrumas yra  $315 \text{ cm}^2\Omega^{-1}$ , o chloro jonų –  $65,5 \text{ cm}^2\Omega^{-1}$  (žr. lentelę 3). Dėl didesnio judrumo, vandenilio jonai judės greičiau nei chloro. Kadangi vandenilio jonai turi teigiamą krūvį, o chloro jonai - neigiamą, tai dešinėje indo pusėje susidarys teigiamas krūvis, o kairėje pusėje - neigiamas.

Susidarys difuzinis potencialų skirtumas lėtins "greitesnius" vandenilio jonus ir greitins "lėtesnius" chloro jonus. Difuzinis potencialų skirtumas pasieks savo maksimalią vertę tada, kai jonų difuzijos greičiai taps lygūs. Difuzinio potencialų skirtumo vertė  $E_{dif}$  randama iš **Hendersono** (P. Henderson) *lygties*

$$E_{dif} = \frac{(u - v)RT}{(u + v)zF} \ln \frac{a_1}{a_2} \quad (1)$$

čia  $u$  yra katijonų judrumas,  $v$  - anijonų judrumas,  $z$  - jonų valentingumas,  $R$  - universali dujų konstanta ( $0,0821 \text{ atm l K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ),  $T$  - absoliučioji temperatūra kelvinais ( $273 + ^\circ\text{C} = \text{K}$ ),  $F$  - Faradėjaus (M. Faraday) skaičius ( $96500 \text{ C/mol}$ ), o  $a_1$  ir  $a_2$  - elektrolitų aktingumai ( $a = fc$ , kur  $f$  - aktingumo koeficientas,  $c$  - jonų koncentracija).

Iš (1) lygties matyti, kad difuzinis potencialų skirtumas priklauso nuo katijonų ir anijonų judrumų skirtumo ir jonų aktingumų santykio. Akivaizdu, kad esant vienodam anijonų ir katijonų judrumui, o taip pat nesant koncentracijų gradiento, difuzinis potencialų skirtumas bus lygus nuliui.

DARBO PRIEMONĖS:

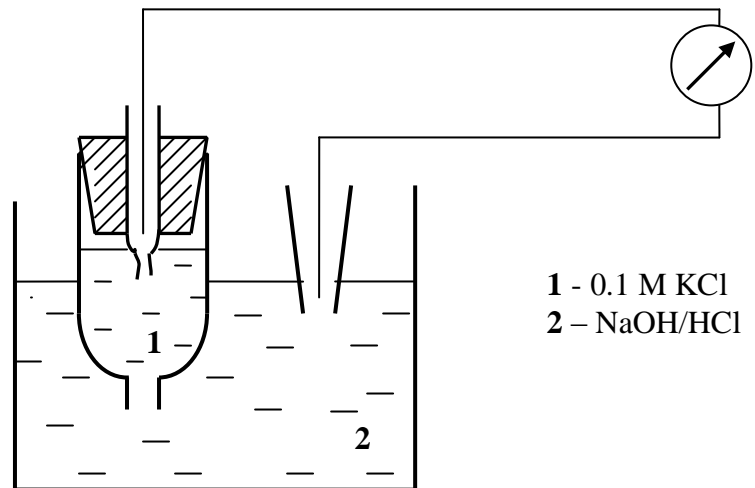
1. Įrenginys difuzinio potencialo matavimui
2. Menzūrėlė
3. Kalomelio elektrodai
4. Jonometras И - 74
5. Voltmetras B7-27

REAGENTAI:

1. 0,1 M KCl tirpalas
2. 0,1 M NaOH tirpalas
3. 0,1 M HCl tirpalas

## TYRIMO METODIKA

Darbe tiriama difuzinio potencialo priklausomybė nuo kontaktuojančių skystųjų sudėties ir koncentracijų. Tam matuojamas potencialų skirtumas, susidarantis tarp dviejų skirtingos sudėties tirpalų (2. pav.). Potencialų skirtumui išmatuoti naudojami du kalomelio elektrodai ir jonometras.



2 pav. Įrenginys difuzinio potencialo matavimui.

## DARBO EIGA

1. Įjungiamo jonometrą ir voltmetrą ir leidžiame jiems šilti 30 minučių. Jonometre turi būti nuspaustas jungiklis "t<sup>0</sup>" bei įjungtas diapazonas "-1 ÷ 19".

2. Kai prietaisai bus pašilę 30 minučių:

- įjungiamo vieną bet kurią kitą jonometro matavimo diapazoną ir su paderinimo rankenėle "Temperatūra" nustatome jonometro matuoklio rodyklę ties padala, atitinkančia kambario temperatūrą;

- perjungiamo jonometrą į *EVJ* matavimo režimą, nuspausdami jungiklį "mV" ir įjungiamo jonometro matavimo diapazoną "-1 ÷ 4";

- užtrumpiname jonometro įėjimo jungtis ir nustatome jonometro rodyklę ties nuline padala;

- paderinimo varžos pagalba nustatome, kad voltmetras rodytų 0,000, diapazoną perjungėjui esant padėtyje 1 V.

- pajungiamo kalomelio elektrodus. Prietaisai paruošti matavimui.

3. Surenkame įrenginį, pavaizduotą 2 pav:

- per guminį kamštį perkišame kalomelio elektrodą;

- indelį **1** (2 pav.) pripilame 0,1 M KCl tirpalo ir užkemšame guminiu kamščiu su elektrodu;

- į stiklinėlę **2** pripilame 0,1 M NaOH tirpalo ir į laikiklį įstatome antrąjį kalomelio elektrodą.

4. Palaukę, kol nusistovės prietaisų parodymai (3–4 min), išmatuojame grandinės potencialų skirtumą (neužmiršti pasižymėti potencialų skirtimo ženklo). Jonometras rodo tikrąją potencialų skirtumo vertę. Norint rasti potencialų skirtumą naudojant voltmetrą, jo parodymus dauginkite iš 0,76.

5. Gautą potencialų skirtumo vertę įrašome į lentelę 1.

6. Pakartojame matavimus kitokių koncentracijų NaOH tirpalams. Kiekvienu atveju pasižymime potencialo poliaringumą. Naudojame 0,01, 0,1, 1 ir 10 mM NaOH tirpalus.

7. Apskaičiuojame teorinį difuzinį potencialą (milivoltais) kiekvienam iš atvejų pagal formulę:

$$E_{dif} = 58 \left[ \frac{(u_1 - v_1)c_1 - (u_2 - v_2)c_2}{(u_1 + v_1)c_1 - (u_2 + v_2)c_2} \lg \frac{(u_1 + v_1)c_1}{(u_2 + v_2)c_2} \right] \quad (2)$$

čia  $u_1$  ir  $u_2$  yra katijonų judrumai,  $v_1$  ir  $v_2$  - anijonų judrumai, o  $c_1$  ir  $c_2$  - elektrolitų koncentracijos.

Rezultatus surašome į lentelę 1.

**Lentelė 1.** Difuzinio potencialo priklausomybė nuo NaOH tirpalo koncentracijos.

NaOH tirpalo koncentracija, mM	100	10	1,0	0,1	0,01
Pamatuotas potencialų skirtumas, mV					
Teorinis potencialų skirtumas, mV					

**Lentelė 2.** Difuzinio potencialo priklausomybė nuo HCl tirpalo koncentracijos.

HCl tirpalo koncentracija, mM	100	10	1,0	0,1	0,01
Pamatuotas potencialų skirtumas, mV					
Teorinis potencialų skirtumas, mV					

8. Pakartojame matavimus, vietoje NaOH imdami HCl tirpalą. Rezultatus surašome į lentelę 2:

9. Gautas eksperimentines ir teorines difuzinio potencialo priklausomybes nuo elektrolitų koncentracijų pavaizduojame grafiškai abscisių ašyje atidėdami NaOH ir HCl tirpalų koncentracijas (mM), o ordinačių ašyje - difuzinį potencialą  $E_{dif}$ .

10. Palyginame gautas eksperimentines priklausomybes su teorinėmis.

11. Parašome išvadas.

#### KONTROLINIAI KLAUSIMAI

1. Difuzinio potencialo kilmė.
2. Nuo kokių kontaktuojančių tirpalų parametrų ir kaip priklauso difuzinio potencialo dydis.
3. Ar keisis difuzinio potencialo ženklas, HCl tirpalą pakeitus NaOH tirpalu?

#### LITERATŪRA

- 1) Saulis G. Biofizika. Studijų medžiaga. - VDU, Kaunas, 2008. 191 p. (CD formatas)

- 2) Н. И. Губанов. А. А. Утепбергенов. Медицинская биофизика, М.: Медицина, 1978, с. 168-171.
- 3) 2. А. Г. Штемберг, Д. П. Семченко. Физическая химия, М.: Высш. шк., 1988, с. 262-266.

**Lentelē 3.** Jonu judrumas 18 °C temperatūrojē.

Jonas	Judrumas ( $\Omega^{-1} \text{ cm}^2$ )	Jonas	Judrumas ( $\Omega^{-1} \text{ cm}^2$ )	Jonas	Judrumas ( $\Omega^{-1} \text{ cm}^2$ )
H <sup>+</sup>	315	Br <sup>-</sup>	67,0	½ Ca <sup>2+</sup>	51
K <sup>+</sup>	64,6	Cl <sup>-</sup>	65,5	½ Cu <sup>2+</sup>	46
Li <sup>+</sup>	33,4	F <sup>-</sup>	46,6	½ Mg <sup>2+</sup>	45
Na <sup>+</sup>	43,5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	61,7	½ SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	68
Rb <sup>+</sup>	67,5	OH <sup>-</sup>	174	½ Zn <sup>2+</sup>	46