

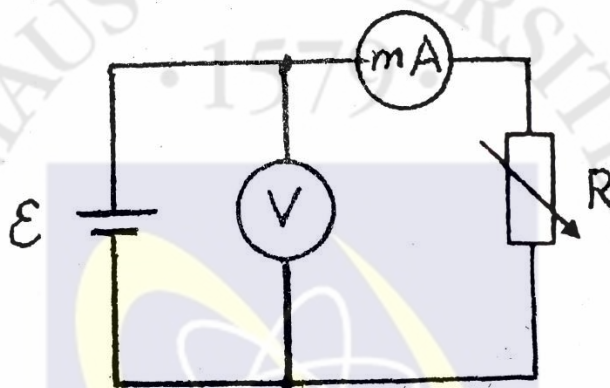
## 2. Omo ir Džaulio dėsnų tikrinimas

### Užduotis.

1. Patikrinti Omo dėsnį uždarai grandinei ir jos daliai.
2. Nustatyti elektros šaltinio vidaus varžą ir elektrovarą
3. Išmatuoti srovės šaltinio naudingos galios priklausomybę nuo išorinės grandinės varžos.
4. Patikrinti Džaulio dėsnį.

### Pagrindiniai teoriniai klausimai.

1. Elektrostatinio lauko cirkuliacija.
2. Srovės šaltinio elektrovara ir potencialo pasiskirstymas jo grandinėje.
3. Pagrindiniai parametrai, charakterizuojantys krūvio pernašą medžiagoje.



1 pav. Omo dėsnio tikrinimo schema

### Darbo eiga.

#### Omo dėsnio tikrinimas

1. Sujunkite elektros grandinę, kaip parodyta 1 pav.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
3. Keiskite kintamojo rezistoriaus R varžą ribose 30 – 2990  $\Omega$  (nuo 30  $\Omega$  iki 90  $\Omega$  - kas 10  $\Omega$ , nuo 90  $\Omega$  iki 990  $\Omega$  – kas 100  $\Omega$ , nuo 990  $\Omega$  iki 2990  $\Omega$  – kas 1000  $\Omega$ ) ir fiksuokite miliampermetro bei voltmetro parodymus – tokiu būdu gausite srovės stiprio ir šaltinio gnybtų įtampos priklausomybes nuo išorinės grandinės varžos (kuri, šiuo atveju, ir yra kintamojo rezistoriaus R varža).
4. Duomenis surašykite į lentelę

R, $\Omega$	I, A	U, V

5. Baigę matavimus išjunkite grandinę

#### Rezultatų apdorojimas

1. Pagal Omo dėsnį uždarai grandinei srovės stiprio atvirkštinis dydis nuo išorinės grandinės varžos priklauso tiesiškai:

$$I^{-1} = \varepsilon^{-1}(r + R). \quad (1)$$

Priklausomybę  $I^{-1}(R)$  atvaizduokite grafiškai ir aproksimuokite ją tiese. Palyginkite priklausomybę su jos tiesine aproksimacija ir įvertinkite gautą rezultatą.

2. Šaltinio elektrovaryą nustatykite iš gautos tiesės krypties koeficiento, kuris yra jai atvirkščias dydis:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{\Delta I^{-1}}. \quad (2)$$

3. Gautąją tiesę pratęskite iki sankirtos su ordinačių ašimi. Sankirtos taško ordinatė yra lygi trumpojo jungimo srovės stiprio  $I_T$  atvirkštinei vertei. Šį dydį padauginę iš šaltinio elektrovaryos raskite šaltinio vidaus varžą:

$$r = \frac{\varepsilon}{I_T}. \quad (3)$$

4. Srovės šaltinio naudingoji galia pagal apibrėžimą yra lygi grandine tekančios srovės stiprio ir šaltinio gnybtų įtampos sandaugai:

$$P = IU. \quad (4)$$

Turėdami  $I(R)$  ir  $U(R)$  priklausomybes, grafiškai atvaizduokite  $P(R)$  priklausomybę bei įvertinkite išorinės grandinės varžos  $R$  vertę, ties kuria ši priklausomybė pasiekia maksimalią vertę.

5. Atsižvelgus į Omo dėsnį uždarai grandinei, (4) išraišką galima užrašyti taip:

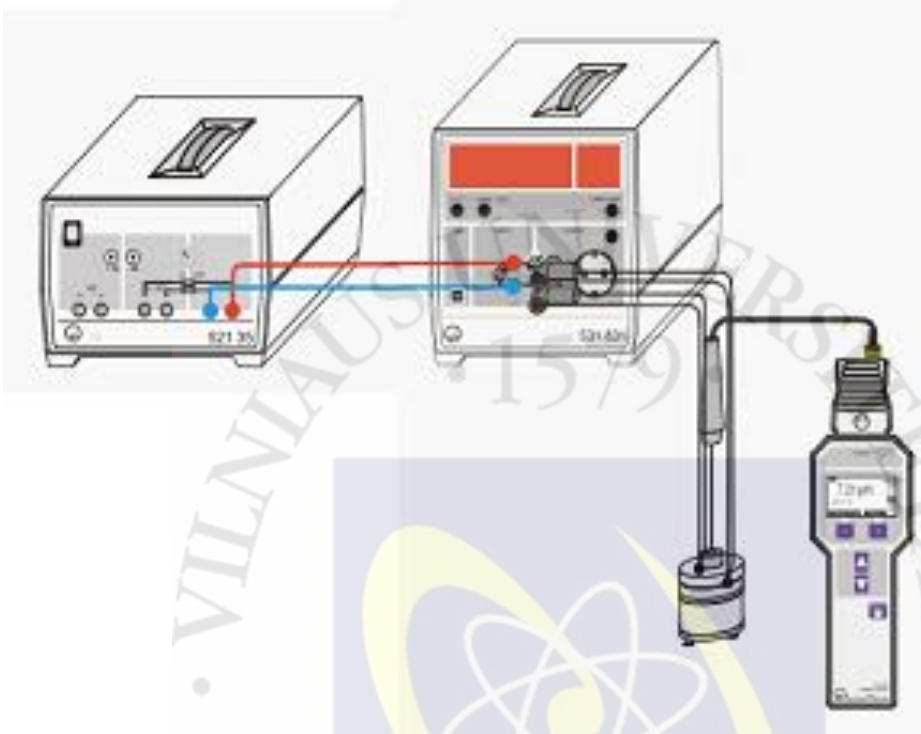
$$P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}. \quad (5)$$

Išdiferencijuokite šią priklausomybę pagal kintamąjį  $R$  bei gautą rezultatą prisilyginę 0 nustatykite išorinės grandinės varžos  $R$  vertę, ties kuria yra pasiekiamas maksimali srovės šaltinio naudingosios galios  $P$  vertė. Rezultatą palyginkite su gautuoju 4 - ajame punkte ir padarykite išvadas.

## Džaulio dėsnio tikrinimas

### Tyrimas

Darbo priemonės yra parodytos 2 pav.



2 pav. Laboratorinio darbo reikmenys.

1. Atsukite kalorimetro plastmasinį kamštelį ir patikrinkite, ar kalorimetras tuščias. Jeigu kalorimetras nėra tuščias, švirkštu išsiurbkite likusį distiliuotą vandenį ir išpilkite jį į kriauklę.

2. Naudodamiesi švirkštu (pradžioje distiliuoto vandens įsipilkite į menzurą, o tada reikiamą kiekį įsiurbkite į švirkštą) įleiskite į kalorimetrą 1 ml **DISTILIUOTO** vandens ir užsukite kamštelį. **STIPRIAUS NEVERŽKITE!!!**

3. Įleiskite iki kalorimetro dugno skaitmeninio termometro NiCr-Ni jutiklį ir jį įtvirtinkite laboratoriniame stove suimdami spaustuku už plastmasinės jo dalies. **ITIN STIPRIAUS VERŽTI NEBŪTINA, TIK TIEK KAD LAIKYTŪSI!!!** Guminę sandarinimo tarpinę priglauskite prie kalorimetro kamštelio.

4. Sujunkite elektrinę grandinę, kaip parodyta 2 pav. Nuolatinės įtampos maitinimo šaltinio gnybtus prijunkite prie vatmetro įėjimo gnybtų. Vatmetro išėjimo gnybtus sujunkite su kalorimetro kaitinimo ritės gnybtais (Dvigubų laidų didesnius juodus kištukus sujunkite vieną į kitą).

5. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**

6. Įjunkite skaitmeninį termometrą.

7. Įjunkite vatmetrą. Raudonas „Output“ indikatorius turi šviesti ties 4 mm kištukais, į kuriuos prijungėme kalorimetro kaitinimo ritę (jei taip nėra, paspauskite mygtuką OUTPUT).

8. Spaudinėdami vatmetro mygtuką „U,I,P“ padarykite taip, kad jis rodytų įtampą.

9. Įjunkite maitinimo šaltinį ir sukdami rankenėlę nustatykite įtampos vertę ties 4 V.

10. Užsirašykite termometro rodmenis ir tuo pačiu metu paleiskite laikmatį. Leiskite kalorimetre esančiam vandeniui kaisti 1 min., o šiam laikui praėjus užsirašykite naujus termometro rodmenis.

11. Kartokite 1-3 punktus bei 10 punkte aprašytą matavimą, kiekvieną kartą maitinimo šaltinio gnybtų įtampą vis pakeldami 1 V. Matavimus kartokite iki tol, kol pasieksite įtampą lygią 9 V (iš viso atlikite 6 matavimus).

12. Matavimų duomenis surašykite į lentelę:

U, V	t, s	T <sub>1</sub> , °C	T <sub>2</sub> , °C
	60		

13. Dar kartą pakartokite 1-3 punktus ir sukdami rankenėlę nustatykite maitinimo šaltinio gnybtų įtampą tarp 4 ir 6 V.

14. Spaudinėdami vatmetro mygtuką „U,I,P“ padarykite taip, kad jis rodytų elektros energiją (Ws).

15. Užsirašykite termometro rodmenis. Tuo pačiu metu paleiskite laikmatį ir elektros energijos matavimą vatmetru (spauskite vatmetro mygtuką *t* START/STOP). 10 minučių atlikite matavimus – stebėkite vatmetro, laikmačio ir termometro parodymus ir kas minutę juos surašykite į lentelę. Šiluminę energiją apskaičiuosite panaudoję išraišką  $E_T = c(T_2 - T_1)$ . Čia *c* – kalorimetro ir vandens jame šiluminių talpų suma, *T*<sub>1</sub> – pradinė temperatūra, *T*<sub>2</sub> – temperatūra laiko intervalo pabaigoje.

t, s	E <sub>E</sub> , W·s	T, °C	E <sub>T</sub> , J

16. Sustabdykite matavimus vatmetru (spauskite mygtuką *t* START/STOP). Išjunkite vatmetrą, maitinimo šaltinį ir skaitmeninį termometrą.

17. Ištraukite termometro jutiklį iš kalorimetro. Nusukę kalorimetro plastmasinį kamštelį švirkštu išsiurbkite distiliuotą vandenį ir išpilkite jį į kriauklę. Užsukite kalorimetro plastmasinį kamštelį. SUTVARKYKITE DARBO VIETĄ!!!

### Rezultatų apdorojimas

Džaulio dėsnis teigia, kad šilumos kiekis, išsiskiriantis laidininke, kuriuo teka elektros srovė, lygus srovės stiprio kvadrato, laidininko varžos ir srovės tekėjimo laidininku laiko sandaugai. Jei, esant įtampai *U*, laiką *t* spirale tekėjo *I* stiprio srovė, o kalorimetro temperatūra per tą laiką padidėjo nuo *T*<sub>1</sub> iki *T*<sub>2</sub>, tai, pagal energijos tvermės dėsnį, kalorimetro gautas šilumos kiekis turi būti lygus šilumos kiekiui, per tą laiką išsiskyrusiam laidininke tekant srovei:

$$c_v m (T_2 - T_1) = R_s I^2 t; \quad (1)$$

čia *R*<sub>s</sub> - spiralės varža, *c*<sub>v</sub> - vandens savitoji šiluminė talpa, *m* - vandens masė kalorimetre.

Temperatūros pokytis, atitinkantis vienetinį laiko intervalą

$$\frac{\Delta T}{t} = \frac{1}{c_v m} R_s I^2; \quad (2)$$

čia  $\Delta T = T_2 - T_1$ .

Pasirėmę Omo dėsnio grandinės daliai (7) išraišką galime perrašyti taip:

$$\frac{\Delta T}{t} = \frac{1}{c_v m R_s} U^2; \quad (3)$$

1. Grafiškai atvaizduokite  $\frac{\Delta T}{t} = f(U^2)$  priklausomybę ir aproksimuokite ją tiese.

Priklausomybę palyginkite su jos tiesine aproksimacija ir įvertinkite rezultata.

2. Iš tiesės polinkio koeficiento  $K$  nustatykite kaitinimo spiralės varžą  $R_s$  ir gautąją vertę palyginkite su tikrąja bei padarykite išvadas:

$$R_s = \frac{1}{c_v m K}. \quad (4)$$

3. Viename grafike nubrėžkite išmatuotų šiluminės energijos ir elektros energijos priklausomybes nuo laiko ir įvertinkite rezultata.

### 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.