

69 – osios moksleivių Fizikos olimpiados 10 klasės bandymų užduotis.

Priemonės: Dvi AA tipo baterijos, multimetras su matavimo laidais, plastikinis maišelis, stiklinė, karštas vanduo, skaitmeninis termometras, du krokodilai laidams sujungti.

Užduotis: Nustatykite baterijos įtampos priklausomybę nuo temperatūros, ją pavaizduokite grafiškai ir raskite įtampos priklausomybės nuo temperatūros lygtį.

Pastaba: Atliekant eksperimentą baterijos turi išlikti sausos, karštas vanduo bus pateiktas paprašius. Vykdam užduotį turi būti panaudotos visos pateiktos darbo priemonės. Matavimai turi būti atlikti didžiausia skyra, kokią leidžia pateikti prietaisai.

Sprendimas:

Baterijos įtampos priklausomybės nuo temperatūros lygtis yra: $U(t) = U_o + \Delta U$ (1), kur U_o - tiriamosios baterijos įtampa kambario temperatūroje, ΔU - įtampos pokytis dėl baterijos temperatūros pokyčio.

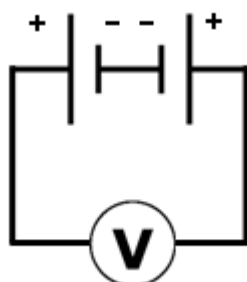
1. Multimetru išmatuojame tiriamosios baterijos įtampą kambario temperatūroje ne mažesne nei 0,1 mV skyra. Termometru išmatuojame kambario temperatūrą (matavimai atliekami 0,1°C tikslumu). Duomenis užrašome į 1 lentelę.

2. Didėjant temperatūrai, baterijos įtampa kinta tik kelių milivoltų intervale, todėl norint pakankamai tiksliai įvertinti įtampos priklausomybę nuo temperatūros reikia matuoti skirtingą įtampą tarp dviejų baterijų. AA baterijas sujungiame pseudolygiagrečiai (neigiamus polius sujungiame tarpusavyje, o teigiami lieka atviri), o tiriamąją bateriją įdedame į plastikinį maišelį (ją merksime į karštą vandenį). Prie teigiamų baterijų polių prijungiame multimetrą, ant kurio matavimo laidų galų uždėti krokodilai. Tokiu būdu multimetru galėsime išmatuoti baterijų potencialų skirtumą. Nors eksperimentui yra naudojamos vienodos baterijos, tačiau jų įtampa gali nežymiai skirtis. Todėl eksperimento pradžioje išmatuojame pradinį potencialų skirtumą kambario temperatūroje ir gautus duomenis užrašome į 1 lentelę.

1 lentelė. Matavimai kambario temperatūroje.

Kambario temperatūra, °C	Tiriamosios baterijos įtampa, mV	Potencialų skirtumas tarp baterijų kambario temperatūroje, mV
24,0	1597,0	0,9

Nubraižome eksperimento elektrinę schemą (1 pav.)



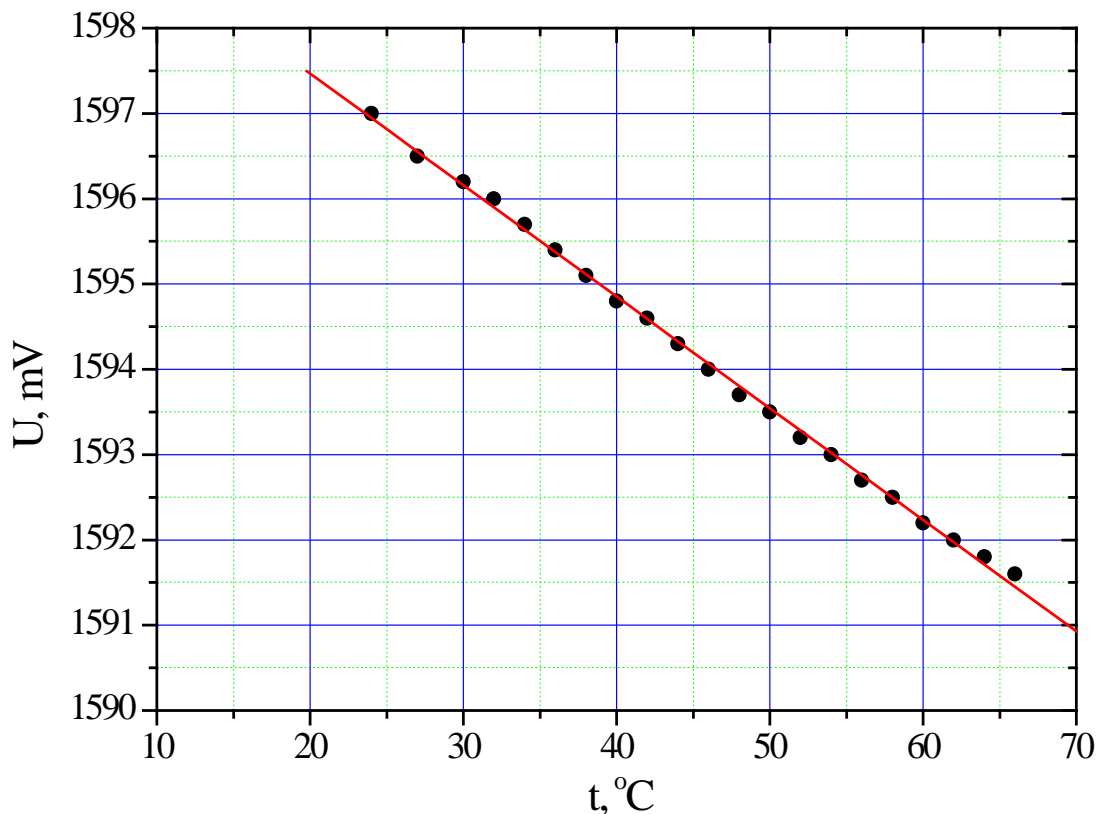
1 pav. Eksperimento elektrinė schema

3. Į stiklinę (indą) pripilame karšto vandens ir įmerkiame termometrą. Viena iš baterijų įdedame į plastikinį maišelį. Tuomet į karštą vandenį įdedame tiriamąją bateriją esančią plastikiniame maišelyje, o antrąją bateriją paliekame kambario temperatūroje. Palaukiame, kol į vandenį patalpintos baterijos temperatūra tampa lygi vandens temperatūrai (potencialų skirtumas turi nedidėti). Tuomet galime laikyti, kad matuojamo vandens temperatūra bus lygi baterijos temperatūrai. Vandeniui natūraliai vėstant matuojame vandens temperatūrą ir potencialų skirtumą, o gautus duomenis surašome į 2 lentelę. Matavimus rekomenduotina atlikti kas 2-3 °C, kol vanduo atauš iki 30,0 °C (arba kambario temperatūros). Jeigu kambario temperatūroje buvo išmatuotas potencialų skirtumas tarp dviejų tiriamųjų baterijų, tai skaičiuojant baterijos įtampos priklausomybę nuo temperatūros, jį reikia įvertinti. Naudodamiesi pirma lygtimi surandame baterijos įtampą kiekvienai išmatuotai temperatūros vertei. Duomenis surašome į 2 lentelę.

2 lentelė. Matavimų duomenys

Temperatūra, °C	Išmatuotas potencialų skirtumas, mV	Baterijos įtampos pokytis (ΔU), mV	Baterijos įtampa, mV
66,0	-4,5	-5,4	1591,6
64,0	-4,3	-5,2	1591,8
62,0	-4,1	-5,0	1592,0
60,0	-3,9	-4,8	1592,2
58,0	-3,6	-4,5	1592,5
56,0	-3,4	-4,3	1592,7
54,0	-3,1	-4,0	1593,0
52,0	-2,9	-3,8	1593,2
50,0	-2,6	-3,5	1593,5
48,0	-2,4	-3,3	1593,7
46,0	-2,1	-3,0	1594,0
44,0	-1,8	-2,7	1594,3
42,0	-1,5	-2,4	1594,6
40,0	-1,3	-2,2	1594,8
38,0	-1,0	-1,9	1595,1
36,0	-0,7	-1,6	1595,4
34,0	-0,4	-1,3	1595,7
32,0	-0,1	-1,0	1596,0
30,0	0,1	-0,8	1596,2
27,0	0,4	-0,5	1596,5

4. Pagal gautus 1 ir 2 lentelių duomenis braižome įtampos priklausomybės nuo temperatūros grafiką (2 pav.).



2 pav. Baterijos įtampos priklausomybė nuo temperatūros

5. Iš gautos priklausomybės (2 pav.) matome, kad didėjant temperatūrai baterijos įtampa tiesiškai mažėja. Randame įtampos priklausomybės nuo temperatūros lygtį. Tiesės lygtis, kai $a < 0$, o tiesė eina ne per koordinatinių ašies pradžia yra:

$$y = a \cdot x + b \quad (2)$$

Mūsų atveju antroji lygtis bus užrašoma taip: $U = a \cdot t + b \quad (3)$.

Gautoje įtampos priklausomybės nuo temperatūros tiesėje laisvai pasirenkame du taškus ir nustatome koeficientus a ir b (2 pav.), čia a yra tiesės krypties koeficientas (temperatūrinis baterijos koeficientas), o b yra taškas, kuriame tiesė kerta y ašį, kai temperatūra yra $0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Pvz.: $t_1 = 25,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ir $U_1 = 1596,8 \text{ mV}$ bei $t_2 = 65,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ir $U_2 = 1591,6 \text{ mV}$.

Pasinaudojus (3) lygtimi gauname:

$$1596,8 = 25 \cdot a + b \quad (4),$$

$$1591,6 = 65 \cdot a + b \quad (5).$$

Iš (5) lygties išsireiškiame dydį b :

$$b = 1591,6 - 65 \cdot a \quad (6).$$

Gautą (6) lygtį įstatome į (4) lygtį ir surandame koeficientą a :

$$1596,8 = 25 \cdot a + 1591,6 - 65 \cdot a,$$

$$5,2 = -40 \cdot a,$$

$$a = -\frac{5,2}{40} = -0,13 \text{ mV/}^\circ\text{C (7).}$$

Gautą koeficiento a vertę įstatome į (6) lygtį ir surandame koeficientą b :

$$b = 1591,6 - 65 \cdot (-0,13) = 1591,6 + 8,32 = 1599,92 \text{ mV}$$

6. Užrašome įtampos priklausomybės nuo temperatūros lygtį:

$$U = -0,13 \cdot t + 1599,92 \text{ (8).}$$

1. Išmatuota kambario temperatūra ir tiriamosios baterijos įtampa - (2 balai);

2. Nubraižyta eksperimento elektrinė schema ir aprašytas matavimas:

2.1. Aprašytas eksperimento atlikimas - (4 balai).

2.2. Nubraižyta eksperimento elektrinė schema - (2 balai).

3. Išmatuota skirtuminės įtampos (potencialo) tarp baterijų pokyčio priklausomybė nuo temperatūros:

Gauta 10 ir daugiau matavimo taškų - 4 (balai).

Gauti 6-9 matavimo taškai - 3 (balai).

Gauti 2-5 matavimo taškai - 2 (balai).

4. Nubraižytas baterijos įtampos priklausomybės nuo temperatūros grafikas:

Matavimai buvo atlikti platesniame nei 30°C temperatūrų intervale - (3 balai).

Matavimai buvo atlikti siauresniame nei 30°C temperatūrų intervale - (2 balai).

5. Nustatyta įtampos priklausomybės nuo temperatūros lygtis:

5.1. Rasta tiesės lygtis - (3 balai).

5.2. Nustatyti tiesės lygties koeficientai - (2 balai).

Užduotį paruošė KTU darbuotojai prof. dr. L. Marcinauskas ir doc. dr. B.G. Urbonavičius.