

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI VAZIRLIGI
NAVOIY DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI**

Jismoniy tarbiya fakulteti
“Jismoniy tarbiya nazariyasi va sport turlari”
kafedrası o'qituvchisi
Djemilova T.R.
Engil atletika fanidan

amalliy ishlanma

Navoiy – 2010

ЛАБОРАТОРИЯ ЖҰМЫСЫ

Тақырып: Термопаралар жасау және оны дәрежелеу

Жұмыстың мақсаты: Термопара жасау және оны дәрежелеуді үйрену. Температураның ЭҚК ке байланысын, ЭҚК және температурадан пайдаланып, термопараның термик коэффициентін анықтау.

Қажетті құралдар: гальванометр, термопара, сұйық салынатын ыдыс, термометр.

Теориялық негіздеме:

Молекулалық физикада ең маңызды ұғымның бірі температура. Күнделікті байқаулар, тәжірибелер жылудың ыстық денеден суық денеге берілетіндігін көрсетеді. Температураның ең басты қасиеті, оның жылу алмасудың бағытын анықтайтындығы. Максвеллдің анықтамасы бойынша: «дененің температурасы, оның басқа денелерге жылу беру қабілетімен сипатталатын термиялық күйі».

Температура дегеніміз денелердің жылулық тепе-теңдік күйін сипаттайтын физикалық шама: **жылулық тепе-теңдіктегі денелердің температуралары бірдей болады.** Керісінше, температуралары бірдей денелер бір-бірлерімен жылулық тепе-теңдікте болады. Егер қандай да бір, екі дене үшінші денемен жылулық тепе-теңдікте болатын болса, онда бұл екі денелер де өзара жылулық тепе-теңдікте болады. Бұл аса маңызды тоқтам табиғаттың негізгі заңдарының бірі болып табылады. Температураны өлшеу мүмкіншілігі міне осыған негізделген.

Температураны өлшеу үшін дененің температурасын өзгерткенде оның қасиеттерінің өзгеретіндігін пайдаланады. Демек, осы қасиеттерді сипаттайтын шамалар да өзгереді. Сондықтан температураны өлшейтін аспапты, яғни термометрді жасаған кезде қайсы-бір затты (**термометрлік затты**) және заттың қасиетін сипаттайтын белгілі бір шаманы (**термометрлік шаманы**) тандап алады. Тұрмыста пайдаланып жүрген термометрлерде термометрлік зат сынап та, ал термометрлік шама — сынап бағанының ұзындығы.

Температураның шамасына сандық мәндерді сәйкестеу үшін термометрлік шаманың температураның шамасына тәуелділігін тағайындау керек. Тұрмыстық сынап термометрлерінде бұл - сынап бағанының ұзындығының температураға сызықтық тәуелділігі.

Енді температураның бірлігі - градусты тағайындау керек. Градустың шамасы былайша тағайындалады. Екі температураны тандап алады (**реперлік нүктелер** деп аталады) — көбіне бұл атмосфералық қысым кезінде **мұздың еру температурасы және судың қайнау температурасы** және осы температура интервалын тең бөліктерге — градустарға бөледі. Осы температуралардың біреуіне белгілі сандық мән береді. Сөйтіп, екінші температураның мәні және кезкелген аралық температуралардың мәндері тағайындалады. Осылайша температуралық шкалаға келеді.

Температураны өлшейтін құралдар термометрлер деп аталады. Кез-келген термометр, басты қасиетінің бірі температураға байланысты тез өзгертін және оңай белгілеп алуға болатын, термометрлік денеден тұрады. Осы дененің температураға байланысты өзгертін қасиеті термометрлік параметр X деп атала-ды және оның өзгерісі арқылы температуралық шкала жасалады. Температуралық шкалалар жасауда заттардың көлемінің, қысымының, ұзындығының, электрлік кедергісінің және т.б. параметрлерінің температураға тәуелділігі пайдаланылады.

Осы заманғы термометрия газ термометрінің көмегімен тағайындалатын **идеал газ шкаласына** негізделген. **Газ термометрі** деп отырғанымыз идеал газбен толтырылған және газдың қысымын өлшеуге арналған манометрмен жабдықталған жабық ыдыс болып табылады. Мұндай термометрде термометрлік зат дегеніміз идеал газ да, ал **температураға тәуелділігін сызықтық** деп алады. Осындай кезде судың қайнау температурасы кезіндегі қысым (p_K) мен мұздың еру температурасы кезіндегі қысымның (p_0) қатынасы осы температуралардың өздерінің қатынасына тең болады:

$$\frac{P_{\kappa}}{P_0} = \frac{T_{\kappa}}{T_0}$$

$\frac{P_{\kappa}}{P_0}$ қатынасын тәжірибеден жеңіл анықтауға болады. Ол мынаны береді:

$$\frac{P_{\kappa}}{P_0} = 1,3661.$$

Демек, температуралардың қатынасы да осылай болады:

$$\frac{T_{\kappa}}{T_0} = 1,3661.$$

Градустың шамасын тағайындаған кезде айырымын 100- ге бөледі:

$$T_{\kappa} - T_0 = 100$$

Соңғы екі теңдіктен қабылданған шкалада мұздың еру температурасы дегеніміз 273,15 градус болып шығады, ал судың қайнау температурасы болса, ол 373, 15 градус екен. Газ термометрдің көмегімен қайсы-бір дененің температурасын өлшеу үшін денені газ термометрмен жанастыру керек, сосын тепе-теңдікке жеткеннен кейін термометрдегі газдың p қысымын өлшейді. Сонда дененің T температурасы

$$T = \frac{273.15}{P_0} P$$

өрнекпен анықталады, мұндағы p_0 - еріп жатқан мұзға қойылған термометрдегі газдың қысымы.

Практикада газ термометрін сирек қолданады. Оның ролі басқа да - оның көмегімен пайдаланылып жүрген барлық термометрлер градуирленеді.

Біздің шкаламыз бойынша нөлге тең болатын температураның идеал газдың қысымы нөлге тең болатын температура екендігінде сөз жоқ. Егер температуралық шкаланың нөлі кезінде термометрлік шама нөлге айналатын болса, онда мұндай шкала **абсолюттік шкала** деп аталады, ал осындай шкала бойынша саналған температура **абсолюттік температура** деп аталады. Осы жерде сипатталған газ термометрінің шкаласы **абсолюттік** деп аталады. Оны көбіне **Кельвин шкаласы** деп те атайды, бұл шкала бойынша температура бірлігі **кельвин** деп аталады және (K) деп белгіленеді.

СИ бірліктер жүйесінде температура бірлігі кельвин «абсолют ноль – судың үштік нүктесі температурасы» интервалы негізінде анықталынады. **Судың үштік нүктесі сондай температура**, мұнда температура су, су буы және мұз тепе – теңдікте болады. Судың үштік нүктесі температурасының мәні 273,16 K ге анық тең.

Сонымен, бір кельвин температура абсолют нолден судың үштік нүктесі температурасына дейін болған интервалдың $\frac{1}{273,16}$ бөлігіне тең.

Техникада және өмірде температураның **Цельсий шкаласы**нан пайдаланылады. Бұл шкала абсолют шкаладан айырмашылығы сонда, мұнда мұздың еру температурасын нөл деп алынады. Анықталған температура Цельсий градусы ($^{\circ}\text{C}$) есебінде бейнеленеді және абсолюттік T температурамен мынандай байланыста болады:

$$t = T - 273,15.$$

Судың үштік нүктесі температурасы $0,01^{\circ}\text{C}$ ге тең болғаны үшін градустың Цельсий және Кельвин шкалаларындағы өлшемі бірдей болады және әр қандай температура немесе Цельсий градусы ($^{\circ}\text{C}$) есебінде немесе кельвин (K) есебінде бейнеленуі мүмкін.

Газ термометрі жәрдемінде температураны кең диапозонда (4K нен алтынның еру температурасы $1337,58\text{ K}$ ге дейін) өлшеу мүмкін.

Сонымен, температура дегеніміз денелердің жылулық тепе-теңдігін сипаттайды екен: тепе-теңдік күйге өткен кезде денелердің температуралары теңеседі де, тепе-теңдік күйде тұрған

дененің немесе денелер системасының барлық бірліктерінің температуралары бірдей болады. Температураны өлшеу процедурасының өзі осымен байланысты.

Жылулық тепе-теңдік орнау процесі энергия алмасу арқылы өтеді. Бірақ энергетикалық тепе-теңдік бүкіл газ үшін орнамайды, тек бір молекулаға қатынасты алынған орташа кинетикалық энергия үшін ғана орындалады. Молекуланың ілгерілемелі қозғалысының міне, осы орташа кинетикалық энергиясы өзін температура тәрізді ұстайды.

Бұл екі шаманың арасындағы тағы бір ұқсастық - кинетикалық энергияда температура тәрізді аддитивтік шама емес, ол да барлық газ үшін және оның бөліктері үшін (жеткілікті молекулалар саны болатын) бірдей болады. Түгел газдың энергиясын алатын болсақ, ол - аддитивтік шама, ол газдың бөліктерінің энергияларының қосындысынан тұрады.

Осы айтылғандардан температура деген шама молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы деген тоқтамға келуге болады.

Температураны үйреншікті бірліктермен өлшей беру үшін градусарды энергияның өлшемділігімен байланыстыра алатын қажетті коэффициент енгізу керек. Ол коэффициентті k арқылы белгілейді. Сонда градусармен алынған T температура мен орташа кинетикалық энергия арасында мынандай байланыс болады:

$$\frac{2}{3} \frac{mv^2}{2} = kT$$

осыдан

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2} kT$$

Энергия бірлігі мен температура бірлігі кельвин арасындағы қатынасты анықтайтын k коэффициент **Больцман тұрақтысы** деп аталады. СИ – да оның мәні

$$k = 1,380662 \cdot 10^{-32} \text{ Дж/К}$$

Температура молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа энергиясы болып анықталатындықтан, ол да қысым тәрізді статистикалық шама болып табылады.

Судың қайнау және мұздың балку нүктелері - **реперлік нүктелер** деп аталады. Термометрлерді градуирлеу үшін халықаралық практикалық температуралық шкала белгілеген нүктелерден басқа да реперлік нүктелер пайдаланылады (төмендегі кесте).

№	Тепе – теңдік күй	0°С
1	Сутектің үштік нүктесі	-259,340
2	Сутектің қайнау нүктесі	-252,870
3	Оттектің үштік нүктесі	216,789
4	Оттектің қайнау нүктесі	-182,962
5	Судың үштік нүктесі	0,010
6	Мұздың балку нүктесі	0,800
7	Судың қайнау нүктесі	100,000
8	Мырыштың қату нүктесі	419,505
9	Күмістің кристалдану нүктесі	961,930
0	Алтынның кристалдану нүктесі	1064,430

Кестеде әртүрлі заттардың қайнау және кристалдану нүктелері бір атмосфералық қысым үшін берілген. Көп ретте, температураларды өлшеуге, температуралық параметр үшін көлем алынатын, сұйық термометрлер қолданылады. Олар шыныдан жасалады және -200-ден 600 °С-ға дейін өлшей алады. Бұл термометрлерде сұйық, кварцтан жасалған, капилляр түтіктермен жалғанған, көлемге құйылады. Тұрмыстық термометрлердің көпшілігінде термометрлік дене үшін сынапты пайдаланады. Сынап - 39,8 °С-да қатады, ал қалыпты қысымда 357,25 °С-да қайнайды. Мұнанда жоғары температураларды өлшеу үшін түтіктегі сынаптың бетінде $7 \cdot 10^6$ Па қысымдағы инертті газ болуы тиіс. Төменгі - 80 °С-ға

дейінгі температураларды өлшеуге спирттік термометрлер қолданылады, ал пентан құйылғандары — 200 °С-ға дейінгі температураларды өлшейді. Сұйық термометрлерде шкаланың ең кіші бөлігінің құны 0,01 °С.

Практикада термометрлік дене ретінде, қасиеттері идеал газға жақын, H_2 , N_2 , He газдарын пайдаланатын термометрлер жиі қолданылады. Бұларда температура өзгерісін, тұрақты көлемдегі қысым өзгерістері арқылы бағалайды. Газдық термометрлермен 2-ден 1300К температураларды өлшей алады. Мыс, платина және т.б. таза металдардың температуралары 0-ден 1000 °С аралығында сызықты өседі, сондықтан оларды электрлік термометрлерде көп пайдаланады. Бұларда термометрлік дене ретінде металл жіп алынады, ал температуралық параметр кедергі. Платиналық электрлік термометр -259,34-тен +630,74 °С температуралар аралығында эталондық термометр болып саналады.

Электрлік кедергі термометрлерінің қатарына **термисторлар** да жатады. Бұларда негізгі термометрлік денелерге жартылай өткізгіштер (TiO_2 -нің, MgO -ның қоспалары, Mn , Cu , Co , Ni тотықтары) пайдаланылады. Жартылай өткізгіштердің кедергілері температураға байланысты өседі. Терморезисторлардың сезгіштігі 10^{-3} °С-дан жоғары болмайды.

Бұрын жасалған Цельсий, Реомюр, Фаренгейт температуралық шкалаларында реперлік нүктелер ретінде, мұздың еру және судың қайнау нүктелері алынған және бұл температуралық интервал, осы үш шкалада сәйкес 100,80 және 180 бөліктерге бөлінген. Цельсий ($^{\circ}C$) шкаласында судың реперлік нүктелері ретінде 0 және 100, Реомюр ($^{\circ}R$) шкаласында 0 және 80, ал Фаренгейт $^{\circ}F$ шкаласында 32 және 212 сандары алынған. Осы шкалалардың біріне – бірі ауысуы мына формула арқылы оңай жүзеге асырылады:

$$t^{\circ}C = 0,8 t^{\circ}R = (1,8t + 32) ^{\circ}F$$

мысалы, $t = 20$ болса, осы шкалалар бойынша есептелген температуралар мына мәндерге теңеледі:

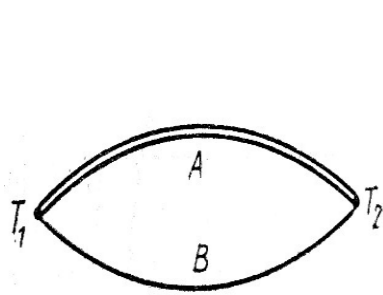
$$20 ^{\circ}C = 16 ^{\circ}R = 68 ^{\circ}F$$

Термопаралар жәрдеміне температураны өлшеуде Зеебек құбылысы деп аталатын құбылыстан пайдаланылады.

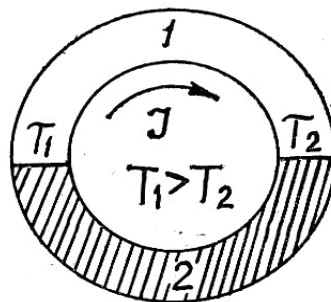
Зеебек 1821 жылы тұйық тізбек құрайтын әр текті 1 және 2 дене керілген екі металды екі түрлі T_1 және T_2 температурада ұстаған жағдайда (1,2- сурет) осы тізбекте термоэлектр қозғаушы күшінің шамасы температуралар айырымына пропорционал болып шыққан:

$$\varepsilon = \frac{k}{l} (T_1 - T_2) \ln \frac{n_1}{n_2}$$

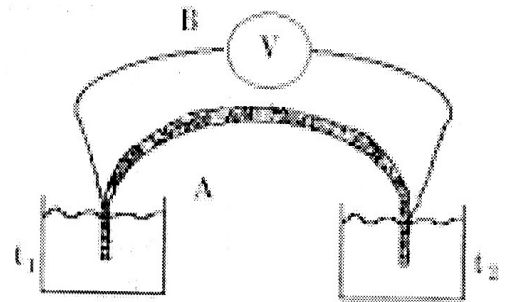
Зеебек құбылысы температуралар айырымын өлшеу үшін қолданылады. Дәнекерленген екі, әртекті металдарды пайдаланады. Мұндай қондырғы **термопара** деп аталады.



1 - сурет



2 - сурет



3 - сурет

3 - суреттегідей етіп дәнекерленген және жалғанған A және B өткізгіштерінің бір ұшын қыздырып не суытатын болса, t_1 және t_2 дәнекерлерінің арасында $1^{\circ}C$ -ға, шамамен, $1/105V$ -қа электр қозғаушы күш пайда болады. Бұл электр қозғаушы күш термоэлектрлік қозғаушы күш деп те аталады. Бұның шамасы дәнекерленген ұштардағы температура айырмашылығына байланысты болады. Егер t_1 дәнекердің температурасын тұрақты ұстаса (мысалы, $T_1 = const$) термоэлектрлік қозғаушы күш тек екінші дәнекердің T_2 температурасына тәуелді болады. Көбінесе t_1 дәнекер еріген мұзға батырылып қойылады, ал t_2 қызған денемен жалғанады. Термопараның ЭҚК-і милливольтметрмен өлшенеді.

Сонымен термоэлемент немесе термопара (терможұп) деп аталатын бұл құрылманың электр қозғаушы күші арқылы дене температурасын анықтау мүмкін. Жоғарыда жүргізілген пікірлерден көрінеді, термопаралы термометрлерде термометриялық зат болып **термопара**, термометриялық шама болса **ЭҚК** есептелінеді.

Термопаралар мен термисторлар арқылы 1000°C-тан жоғары температураларды өлшеуге, олардың қасиеттерінің кенет өзгеретініне байланысты қолдану қиынға түседі. Сондықтан бұдан жоғары температураларды, зерттелінетін дененің сәуле шығару интенсивтілігін пайдаланатын **пирометрлер**мен өлшейді. Ал өте төменгі температураларда, жылу өткізгіштік құбылысының әсерінен зерттелінетін дененің температурасын өзгертуіне байланысты, айтылған термометрлерді қолдануға болмайды. Мұндай заттардың температуралары зерттелінетін дененің қасиетіне байланысты анықталады, мысалы, өте төмен температура оның магниттік қасиетінің өзгерістері (магниттік термометрия) арқылы анықталады.

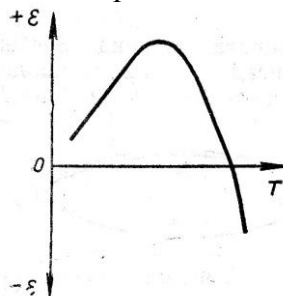
Термоэлектр қозғаушы күш (ТЭҚК)тің шамасы дәнекерленген ұштардағы температуралардың айырмасына пропорционал болады:

$$E = \alpha(T_2 - T_1)$$

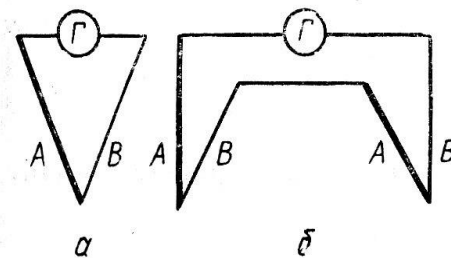
мұнда α – берілген металл жұбы үшін меншікті немесе дифференциал ТЭҚК деп аталатын коэффициент болып, сан мәні жағынан дәнекерленген ұштардағы температуралар айырмашылығы 1 К болғанда пайда болған ТЭҚК ге тең болады, яғни

$$\alpha = \frac{dE}{dT}$$

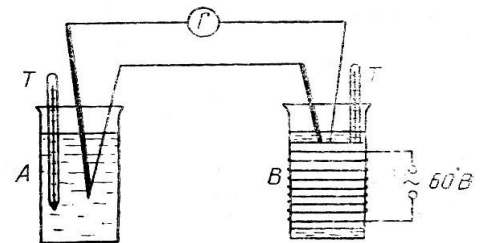
Көптеген металл жұптары үшін бұл шама 1 К ге жүзден бір милливольт тәртібінде болады. Жалпы алғанда, α коэффициент температура өзгеруімен өзгереді, α ның T ға байланыстылығы сызықты болмай, күрделі көрініске ие. Бірақ әр бір термопара үшін E мен T арасындағы сызықты заңдылық пен өрнектелетін байланыс саласы бар. Кейбір термопаралар үшін жетерлі жоғары температураларда E мен T арасындағы байланысы біраз күрделенеді: температура артуы мен ТЭҚК тің мәні алдын артып, соң жетерліше жоғары температураларда кеміп барады және таңбасын өзгертуі мүмкін (4 – сурет)



4 – сурет



5 – сурет



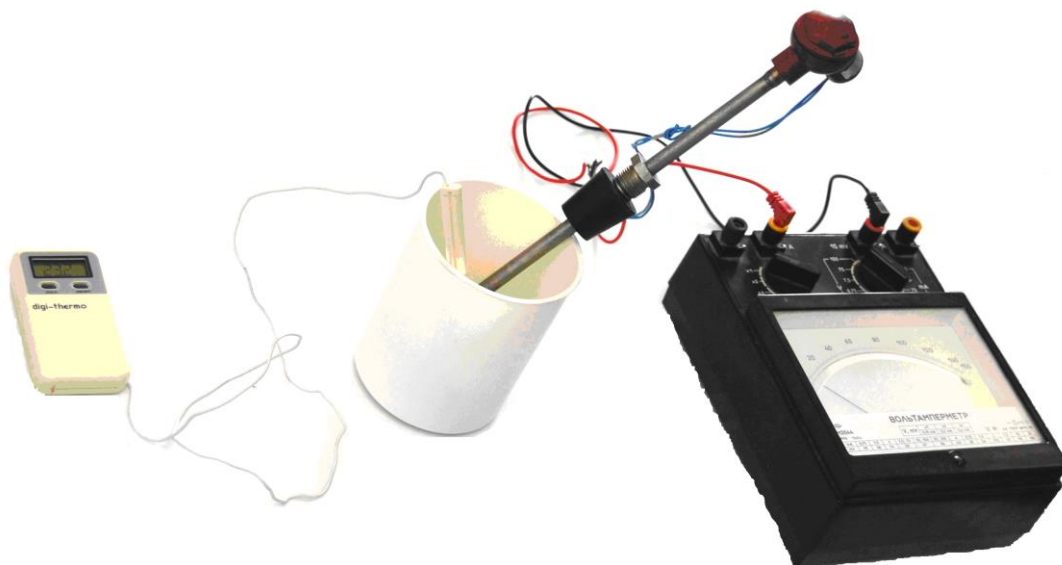
6 - сурет

Термопара жәрдемінде температураны өлшеу үшін оның бір дәнекерленген ұшы тұрақты температурада (мысалы, 0°C) ұстап тұрылады, екінші ұшын температурасы өлшенетін ыдысқа түсіріледі. Температураның шамасын гальванометр мен өлшенген термоток күшіне қарап бағалау мүмкін. Термотокты өлшеу үшін термопара тізбегіне гальванометрді 5,а - суретте көрсетілгендей немесе 5,б - суреттегі көрсетілген схема бойынша қосу мүмкін. 1 – схемадан пайдаланғанымызда бірінші тексеріліп жатқан ұш бос қалады және сол ұштың температурасы өлшенуі қажет болған денеге тигізіледі. 2 – схемадан пайдаланылғанда болса, екі дәнекерленген ұш бос болады. Олардан бірінің температурасы тұрақты сақталады, екіншісін болса денеге тигізіледі. Бұл жаттығуда берілген термопара дәрежеленеді, яғни термопараның дәнекерленген ұштарындағы температуралардың $(t_1 - t_2)$ айырмашылығымен гальванометрдің n бөлім көрсетулері арасындағы байланысты өрнектеуші график пайда болады. Бұл үшін 6 – суретте көрсетілген схема негізінде тәжірибе өткізіледі және төмендегі кесте толтырылады.

Кестеден пайдаланып, $n = f(\Delta t)$ графигі сызылады және анализ жасалады.

Тәртіп номері	t_1 – суық контакт температурасы, $^{\circ}\text{C}$	t_2 – ысытылған контакт температурасы, $^{\circ}\text{C}$	Δt - температуралар айырмашылығы	n – гальванометрдің көрсетуі
1				
2				
3				

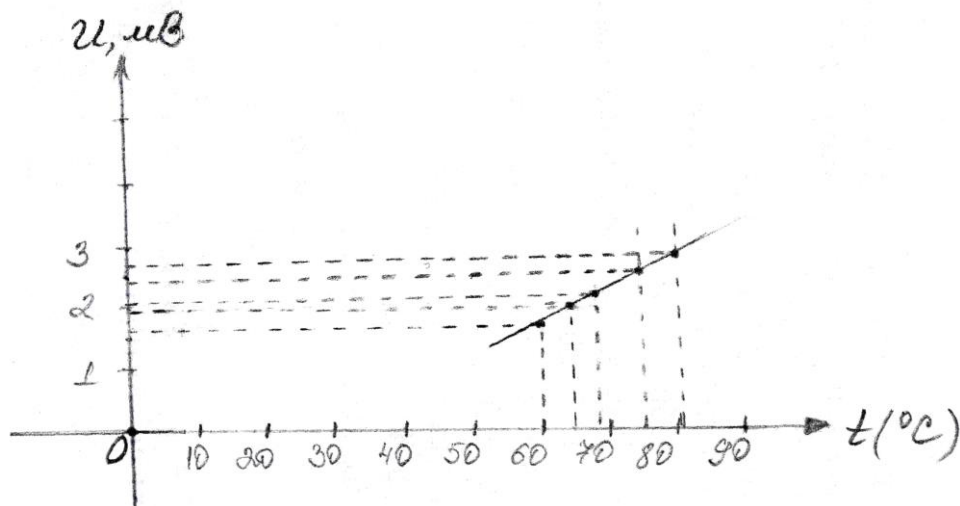
**Бұл жұмысты 2 – тәсілмен өткізіліп, алынған нәтижелермен таныстырамыз.
Төмендегі сурет жәрдеміңде лаборатория құрылмасын құраймыз.**



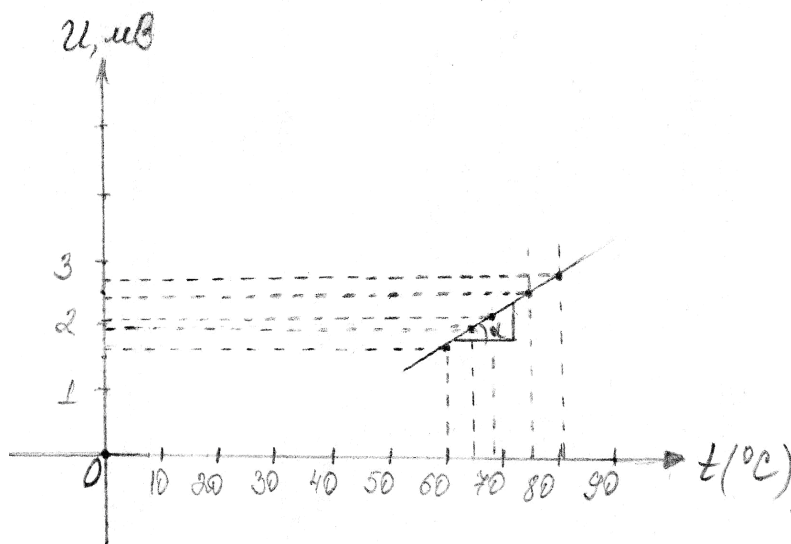
Жұмысты орындау тәртібі:

1. Гальванометрді термопараның сымдарына қосылады (бір сымы 7,5А жазылған клеммаға, бір сымы 15 мВ жазылған клеммаға). Термопараның ұшын сұйық салынатын ыдысқа түсіреміз.
2. Сұйық салынатын ыдысқа термометрдіде түсіреміз.
3. Ыдысқа қайнатылған су құйып, әрі судың температурасын, әрі гальванометр (гальванометрге 150 шкала орналасқан, 15 мВ жазылғаны үшін 15ді 150 ге бөлеміз, сонда әр бір шкаланы 0,1 деп аламыз)дің көрсетуін жазып аламыз.
4. Судың температурасы түсе берген сайын кернеуде кеміп барады.
5. Алынған нәтижелерден (5 рет қайталанады) кернеудің (U) температура (t) ға байланыс графигі $U = f(\Delta t)$ сызылады.

№	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Кернеу, мВ
1	81	2,6
2	75	2,4
3	69	2,1
4	65	1,9
5	60	1,6



6. Сызылған графиктен үшбұрыш сызып, $\tan \alpha$ есептелінеді. α - (термиялық коэффициенті) ның мәнін кестеден анықтап, термопара қандай материалдан жасалғанын анықтауымызға болады.



$$U = E = \alpha \Delta T$$

$$\alpha = \frac{\Delta U}{\Delta T}$$

$$y = \alpha x + b$$

$$y = \alpha x$$

$$\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

?

1. Температура дегеніміз не?
2. Реперлік нүкте дегенде не түсініледі?
3. Мұздың еру температурасы және судың қайнау температурасы не үшін алынады?
4. Газ термометрі қандай құрылысқа ие және ол не үшін істетіледі?
5. Абсолюттік шкала, абсолюттік температура, абсолюттік дегенде не түсініледі?
6. Кельвин шкаласы және Цельсий шкаласының айырмашылығы неде?
7. Судың үштік нүктесі дегенде нені түсінеміз?
8. Энергия бірлігі мен температура бірлігі кельвин арасындағы қатынасты анықтайтын k коэффициент қандай аталады?
9. Термисторлар қандай аспап?
10. Зеебек құбылысы жайлы мәлімет берің.
11. Қандай қондырғы термопара деп аталады?
12. Пирометрлерден не үшін пайдаланылады?
13. Жұмысты орындау тәртібін айтып берің.
14. Жұмысқа қорытынды жасаң.