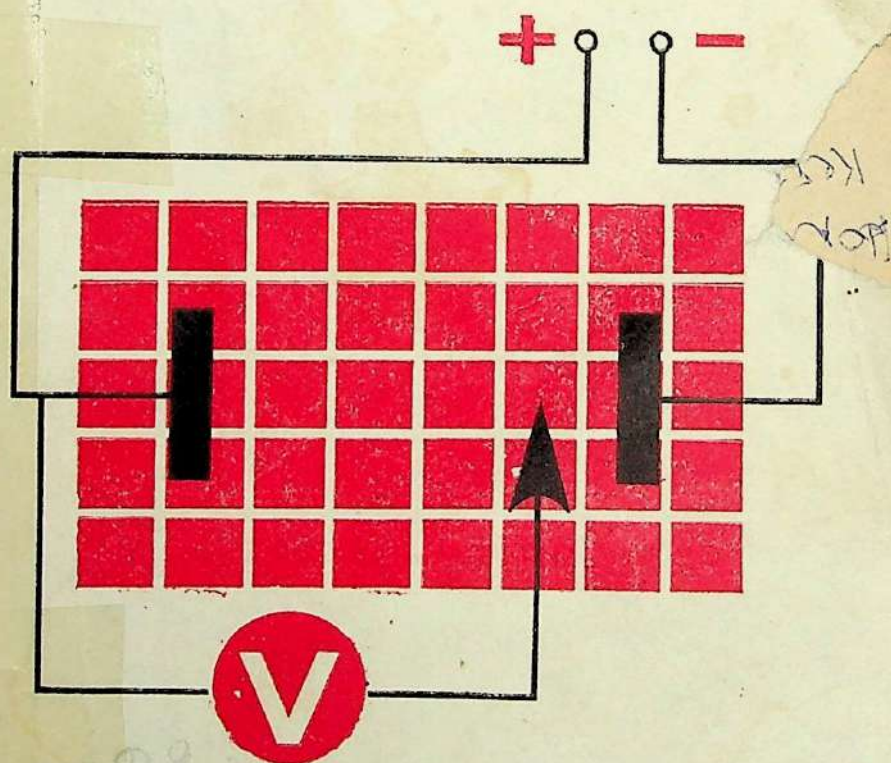


С. А. БУДАРИНА, А. А. ИСРОИЛОВ

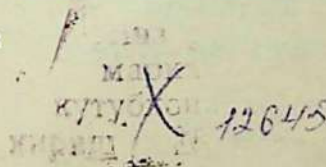
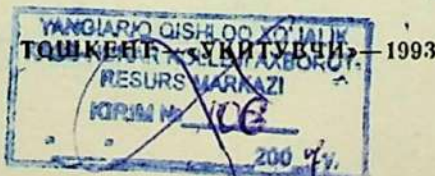
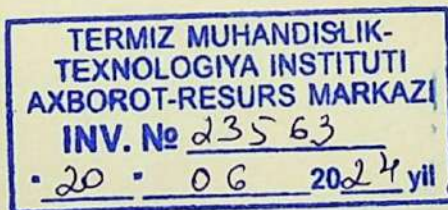
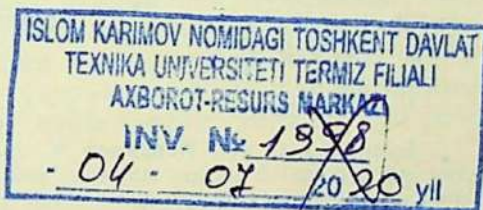
ФИЗИКАДАН ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТЛАРИ



ФИЗИКАДАН ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТЛАРИ

Ўзбекистон республикаси Олий ва ўрта
махсус таълим вазирлиги олий ўқув юрт-
ларининг тайёрлов бўлимлари, ўрта мак-
таб, ҳунар-техника билим юртлари учун
ўқув қўлланма сифатида тавсия этган.

ТЎЛДИРИЛГАН ВА ТЎЗАТИЛГАН
ИККИНЧИ НАШРИ



Тақризчилар: доцентлар Д. Миркомиллов, Қ. Эгамбердиев,
Б. Нўлдошев

Қўлланмада олий ўқув юртларининг тайёрлов бўлимлари физика курси дастури ҳажмида бажарилиши лозим бўлган лаборатория ишлари берилган. Унда физика курсининг асосий бўлимларига тегишли 40 дан ортиқ машғулотнинг тавсифлари баён этилган. Бу ўқитувчиларга олий ўқув юртларининг ўзига хос хусусиятларини ва физика лабораториясининг жиҳозланганлик даражасини ҳисобга олган ҳолда у ёки бу ишни танлашга имкон беради.

Қўлланмадан ўрта мактаб, ҳунар-техника билим юртларининг ўқитувчи ва ўқувчилари, ўрта махсус ўқув юртларининг талабалари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Б 94

Бударина С. А., Исроилов А. А.

Физикадан лаборатория машғулотлари: Олий ўқув юрт. тайёрлов бўлимлари, ўрта мактаб, ҳунар-техника билим юрт. учун ўқув қўлл.—2- тўлдирилган ва тузатилган нашри.—Т.: Ўқитувчи, 1993.—160 б.

И. Автордош.

Бударина С. А., Исраилов А. А. Лабораторные занятия по физике: Учебное пособие для слушателей подготовительных отделений вузов.

ББК 22.3я729

Б 4306021200—255
353 (04)—93 33—93

ISBN 5—645—01878—8

© «Ўқитувчи» нашриёти, Т., 1984 й.

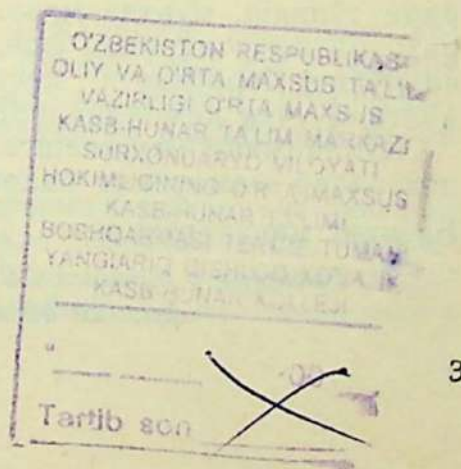
© «Ўқитувчи» нашриёти, Т., 1993 й, ўзгаришлар билан.

ИККИНЧИ НАШРИГА СЎЗ БОШИ

«Физикадан лаборатория машғулоти» ўқув қўлланмаси нашр қилингандан кейин жуда қисқа муддат эркин сотувда бўлди, ўтган салкам 10 йил давомида эса кутубхоналардаги қўлланмалар ҳам яроқсиз ҳолга келди. Бундан ташқари, Олий ва ўрта махсус таълим ҳамда Халқ таълими вазирликларига олий билимгоҳлар тайёрлов бўлимлари тингловчиларидан ва ўрта мактаблар ўқувчиларидан мазкур ўқув қўлланманинг ўқув жараёнига зарурлиги ҳақида мактублар кела бошлади. Шуларни ҳисобга олиб, Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги қошидаги ўқув-услуг идораси қўлланмани қайта нашр қилишга қарор қилди.

Қўлланма ҳаммуаллифи А. А. Исроилов ундаги баъзи камчиликларни ва йўл қўйилган кўпгина хатоларни бартараф қилди; мураккаб тузилган ишларни содда-лаштирди; эскириб қолган ёки муомаладан чиқарилган ишлар тавсифларини янгилари билан алмаштирди; адабиётлар рўйхатини қайта кўриб чиқди; қўлланмадан фойдаланаётган ўқитувчи ва тингловчиларнинг фикр-мулоҳазаларини ҳисобга олди, янги дастур асосида ишлар киритди.

А. А. Исроилов



БИРИНЧИ НАШРИГА СЎЗ БОШИДАН

Ишлаб чиқаришдан ажралмаган ҳолда ўқийдиган тингловчилар ўқув материални асосан аудитория машғулотлари вақтида ўзлаштирадilar. Шунинг учун аудитория машғулотларига катта эътибор бериш, машғулотлар эффективлигини янада ошириш талаб қилинади. Бунга эса ўқув жараёнида ўқитишнинг техник воситаларини қўлланиш, кўргазмали қуроллардан, демонстрацион материаллардан фойдаланиш орқали эришиш мумкин. Лаборатория ишларини ташкил қилиш ва ўтказиш, ўқитиш жараёнини яхшилашда, машғулотлар эффективлигини оширишда муҳим ўрин эгаллайди.

Мазкур китоб муаллифларнинг тайёрлов бўлимлари тингловчилари учун ўқув қўлланмаси яратиш борасидаги кўп йиллик изланишлари натижасидир. Уни ёзишда ўрта мактаб ва олий ўқув юртларида кўп йиллар давомида физика ўқитиш, шунингдек тайёрлов бўлимлари тингловчилари ва талабалар учун методик қўлланмалар тузишдаги тажрибалардан фойдаланилди.

Қўлланманинг электр ва магнетизм бўлимини, шунингдек оптика бўлимининг биринчи ва тўртинчи ишларининг тавсифини С. А. Бударина, «Қириш» қисмини, иловани ва қолган ишларнинг тавсифини А. А. Исроилов ёзган.

Қўлланма тайёрлов бўлимлари тингловчилари учун элементар физика лаборатория ишларининг тавсифларини тўплаш, мунтазамлаштириш ҳозирги замон лаборатория жиҳозларидан фойдаланган ҳолда янги ишларни қўйиш борасидаги дастлабки уринишлардан бири бўлгани учун камчиликлардан ҳоли эмас, албатта.

Қўлланмани яхшилашга қаратилган барча фикр-мулоҳазалар мамнуният билан қабул қилинади.

Бизнинг манзилгоҳимиз:

Тошкент, Навоий 30, «Ўқитувчи» нашриётининг физика ва математика адабиёти бўлими.

К И Р И Ш

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ БАЖАРИШНИНГ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

Маълумки, барча табий фанлар сингари физика табиат ҳодисаларини ўрганади. Табиат ҳодисаларидан эса ишлаб чиқаришнинг самарадорлигини оширишда, фан ва техника ютуқларини халқ хўжалигининг турли тармоқларига жорий қилишда кенг кўламда фойдаланилади.

Физика фанини ўрганишда лаборатория ишларини бажариш муҳим ўрин эгаллайди. Лаборатория ишларини бажариш бўйича машғулотлар пайтида тайёрлов бўлимларининг тингловчилари ўз билимларини оширишлари; олган назарий билимларини мустаҳкамлашлари; физиканинг асосий тушунчалари ва қонунларини чуқурроқ тушуниш ва англаб олишга эришишлари; экспериментал масалалар ечиш малакалари ва кўникмаларини ҳосил қилишлари; физик асбоб ва қурилмалар, шунингдек ўлчов асбоблари билан ишлашни кузатиш ва тажриба натижаларини ишлаб чиқишни ўрганишлари лозим.

Лаборатория ишларини бажаришга тингловчи аввалдан тайёргарлик кўриши, бунинг учун эса у ишнинг тавсифи билан танишиб, конспект ёзиши, шунингдек, ишни бажаришда фойдаланиладиган адабиётлар билан танишиши лозим.

Ушбу қўлланмада лаборатория ишларининг тавсифи қуйидаги тартибда берилган: *назарий қисм, ишнинг мақсади, асбоб ва материаллар, ишни бажариш тартиби, савол ва топшириқлар, адабиёт*. Бу эса тингловчига

дарслик ва қўлланмаларга мурожаат қилмасдан ишни бажаришга тайёрланиш имконини беради.

Тайёрлов бўлимларида бутун гуруҳни битта иш билан машғул қилишга кўпинча имконият бўлмайди. Бу ҳолда гуруҳни бир қанча звеноларга бўлиб, ҳар бир звенога алоҳида лаборатория ишини бажаришни таклиф қилиш мумкин. Бинобарин, тингловчиларнинг айрим лаборатория ишларини бажариш муддатлари билан унга тегишли назарий материални лекцияда баён қилиш муддатлари бир-бирига мос келмайди. Ана шундай ҳолларда иш тавсифини юқорида келтирилган тартибда тузиш муҳим аҳамият касб этади.

Тингловчи машғулотдан сўнг олинган натижаларни ва хатоликларни ҳисоблаб чиқади; хатоликни ҳисобга олган ҳолда натижани ёзиб қўяди. Ишни бажаришда график чизиш керак бўлса, буни миллиметрли қоғозда амалга ошириш, шунингдек, лаборатория дафтарига физик асбобларнинг техник характеристикалари ҳақидаги маълумотларни ёзиб қўйиш мақсадга мувофиқдир.

Ҳар бир бажарилган лаборатория иши юзасидан тингловчи ҳисобот топширади. Бунда у ишнинг мақсади, тафсилоти, бажарилиш тартиби, асбоб-ускуналар билан ишлаш қоидалари, олинган натижаларнинг таҳлили каби масалаларни, шу билан бирга, ишнинг тавсифи охирида келтирилган саволларга берган жавобларини ва топшириқларни қандай бажарганлигини акс эттириши лозим.

Физик катталикларни ўлчашдаги хатоликлар

Бирор физик катталикни ўлчаш учун уни шу катталикнинг ўлчов бирлиги сифатида қабул қилинган эталон катталик билан таққослаш лозим.

Бироқ ўлчаш аниқлиги абсолют бўлмайди. Ўлчаш жараёнида турли сабабларга кўра хатоликларга йўл қўйилади. Ўлчашдаги хатоликларни қуйидаги турларга ажратиш мумкин.

1. Ўлчаш усулидаги хатоликлар. Бундай хатоликлар физик катталикни ўлчашда қўлланилаётган усулнинг мукамал эмаслиги, шунингдек, эмпирик формулаларни ёки физик қонунларни қўллашда йўл қўйиладиган соддалаштиришларнинг таъсири туфайли

пайдо бўлади. Масалан, математик маятник тебранишининг T даври қуйидаги ифодадан топилади:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

бунда l — маятник узунлиги, g — эркин тушиш тезланиши. Бу тенглама ишқаланиш бўлмаганда амплитудаси етарлича кичик бўлган тебранишлар учун ўринли. Тебранишлар амплитудаси катта бўлганда ва системада ишқаланиш кучи мавжуд бўлганда тебраниш даврини юқоридаги ифода ёрдамида ҳисоблаш хатоликларга олиб келади.

2. Ўлчов асбобининг нотўғри ўрнатилиши туфайли вужудга келадиган хатоликлар. Масалан, жисملарни тарозида тортишдан олдин унинг паллаларининг мувозанатга келтирилмаганлиги, тажриба ўтказишдан олдин Атвуд машинасининг қатъий вертикал вазиятда ўрнатилмаганлиги ана шундай хатоликларга олиб келади.

3. Ўлчаш воситаларига ва ўлчаш объектларига ташқи таъсирлар туфайли пайдо бўладиган хатоликлар. Кўпгина ўлчов асбоблари ҳарорат 20°C бўлганда ўлчанадиган катталиқни тўғри кўрсатади. Хонанинг ҳарорати 20°C дан фарқ қилганда ўлчаш натижалари аниқ бўлмаслиги мумкин. Иссиқ ёки совуқ ҳаво оқимларининг мавжудлиги, айниқса, калориметрик тажрибалар натижасига таъсир қилади. Электр ўлчов асбоблари экранланган бўлишига қарамай, уларга ташқи электр ва магнит майдонларининг таъсири тўлиқ йўқолмайди.

4. Тажриба ўтказувчининг индивидуал характери ва хусусиятларига боғлиқ бўлган хатоликлар. Масалан, одамнинг ёруғлик сигнаliga бўлган реакцияси 0,15 дан 0,225 с гача тебранади, товуш сигнаliga бўлган реакцияси эса 0,082 дан 0,195 с гача тебранади.

5. Ўлчов асбобларини тайёрлашдаги хатоликлар. Физик катталиқни ўлчашдаги асосий хатоликлардан бири ўлчов асбобларини тайёрлашда йўл қўйиладиган хатоликлар туфайли келиб чиқади. Масалан, узунликни чизғич билан ўлчашда йўл қўйиладиган хатолик 1 мм тартибда бўлса, штангенциркуль билан ўлчашдаги хатолик 0,1 мм ни ташкил қилади. Кўпинча,

асбооб билан ўлчашда йўл қўйиладиган хатолик асбообнинг техник паспортида кўрсатилади.

Юқорида баён қилинган хатоликлардан ташқари яна қўпол хатоликлар ҳам бўлади. Бундай хатоликлар кузатиш ва ўлчашлар нотўғри бажарилиши туфайли юз беради.

Қўпол хатоликлар шкала бўйича эътибор билан ҳисобламасликдан, санаб ўлчашларда ҳисобдан янглишишдан, натижаларни пала-партиш ёзишдан ва ҳоказолардан вужудга келади. Қўпол хатоликларга йўл қўймаслик учун ўлчашни пухта, эътибор ва диққат билан бажариш керак.

Демак, лаборатория ишларини сифатли ўтказиш ва изланаётган физик катталикнинг етарлича аниқ қийматини топиш учун тажрибани бошлашдан олдин хатоликларни келтириб чиқарадиган сабабларни имкони бори-ча камайтириш лозим.

Хатолик ва уни ҳисобга олиш

Тингловчилар лаборатория машғулотида ўлчаш ишларини бажарадилар. Бунда ўлчашлар бевосита ва билвосита бажарилади. Бевосита ўлчашда асбооб изланаётган катталикнинг қийматини кўрсатади.

Физик катталикларнинг ҳаммасини бевосита ўлчаб бўлмайди. Шунинг учун изланаётган физик катталик бевосита ўлчаб топилган катталиклар орқали ҳисоблаб топилади. Физик катталикни бундай аниқлаш *билвосита ўлчаш* дейилади. Билвосита ўлчашга чизиқли кенгайиш коэффициентини аниқлашни мисол қилиб келтириш мумкин. Бу катталикни топиш учун бирор стержень шаклидаги қаттиқ жисмнинг l_0 бошланғич ва l охири ҳароратлари, уларга мос келган стержень узунликлари айирмаси $\Delta l = l - l_0$ ва t_0 ҳароратга мос келган бошланғич l_0 узунлик бевосита ўлчанади. Чизиқли кенгайиш коэффициенти α қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (t - t_0)}.$$

Мазкур қўлланмада таклиф қилинган лаборатория ишларида аниқланиладиган физик катталиклар асосан билвосита ўлчанади. Қуйида ўлчашдаги хатоликни ба-

ҳолашда кўпгина ҳолларда қўлланиладиган усулни баён қиламиз.

Билвосита аниқланадиган f катталиқ бевосита ўлча-
надиган, масалан, икки x , y катталиқларнинг функция-
си бўлсин:

$$f = f(x, y).$$

x , y катталиқларни такрор ўлчашларда олинган натижалар,
 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ва $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ бўлсин. Бунда n —
ўлчашлар сони. Ҳар бир ўлчашдаги f функциянинг қиймат-
лари

$$f_1 = f(x_1, y_1); f_2 = f(x_2, y_2); \dots; f_n(x_n, y_n).$$

f функциянинг ўртача қиймати:

$$\bar{f} = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_n}{n} = \frac{f(x_1, y_1) + f(x_2, y_2) + \dots + f(x_n, y_n)}{n}.$$

Ҳар бир ўлчашдаги абсолют хатоликлар

$$\Delta f_1 = \bar{f} - f_1; \Delta f_2 = \bar{f} - f_2; \dots; \Delta f_n = \bar{f} - f_n.$$

Абсолют хатоликларнинг ўртача қиймати:

$$\Delta \bar{f} = \frac{|\Delta f_1| + |\Delta f_2| + \dots + |\Delta f_n|}{n}.$$

Нисбий хатолик

$$E = \frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}},$$

ёки фоизларда

$$E = \frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}} \cdot 100\%.$$

Ўлчаш натижаси

$$f(x, y) = \bar{f}(x, y) \pm \Delta \bar{f}$$

кўринишда ёзилади.

Шу усул билан хатоликни ҳисоблашни g эркин тушиш тезланишини

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

формула ёрдамида аниқлаш мисолида кўриб чиқайлик. Бу формулада h — жисмнинг тушиш баландлиги, t — тушиш вақти.

Такрор ўлчашларда жисмнинг ердан узоқлиги $h_1 = 60$ см, $h_2 = 70$ см, $h_3 = 80$ см, тушиш вақтлари эса мос ҳолда $t_1 = 0,34$ с, $t_2 = 0,39$ с, $t_3 = 0,41$ с бўлсин. У ҳолда ҳар бир ўлчаш учун қуйидагиларни оламиз:

$$g_1 = \frac{2h_1}{t_1^2} = \frac{2 \cdot 0,60 \text{ м}}{(0,34 \text{ с})^2} = 10,39 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$g_2 = \frac{2h_2}{t_2^2} = \frac{2 \cdot 0,70 \text{ м}}{(0,39 \text{ с})^2} = 9,04 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$g_3 = \frac{2h_3}{t_3^2} = \frac{2 \cdot 0,80 \text{ м}}{(0,41 \text{ с})^2} = 9,41 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Эркин тушиш тезланишининг ўртача қиймати

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3} = \frac{10,39 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 9,04 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 9,41 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{3} = 9,61 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ҳар бир ўлчашдаги абсолют хатолик:

$$\Delta g_1 = \bar{g} - g_1 = 9,61 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 10,39 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = -0,78 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$\Delta g_2 = \bar{g} - g_2 = 9,61 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 9,04 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,57 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$\Delta g_3 = \bar{g} - g_3 = 9,61 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 9,41 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Абсолют хатоликларнинг ўртача қиймати

$$\begin{aligned} \Delta g &= (|\Delta g_1| + |\Delta g_2| + |\Delta g_3|)/3 = \\ &= \frac{0,78 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 0,57 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 0,20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{3} = 0,52 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$

Нисбий хатолик

$$E = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} = \frac{0,52 \frac{M}{c^2}}{9,61 \frac{M}{c^2}} = 0,0541$$

ёки фоииз ҳисобида

$$E = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} \cdot 100\% = 5,41\%.$$

Ўлчаш натижаси

$$g = \bar{g} \pm \Delta \bar{g} = 9,61 \frac{M}{c^2} \pm 0,52 \frac{M}{c^2}$$

кўринишда ёзилади.

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

I. МЕХАНИКА ВА ГИДРОСТАТИКА

1. Атвуд машинаси ёрдамида кинематика қонунларини текшириш

Нотекис ҳаракатда жисмнинг тезлиги вақт ўтиши билан нуқтадан-нуқтага узлуксиз ўзгаради. Исталган пайтдаги тезликни топиш учун тезликнинг қанчалик тез ўзгаришини, яъни тезликнинг вақт бирлиги ичида қандай ўзгаришини билиш керак.

Жисмнинг исталган тенг вақтлар ичида тезлиги бир хил ўзгарадиган ҳаракати *текис тезланувчан ҳаракат* деб аталади.

Текис тезланувчан ҳаракат қилаётган жисмнинг $\vec{a}$ тезланиши деб, жисм тезлиги ўзгариши $\vec{v} - \vec{v}_0$ нинг шу ўзгариш юз берган t вақт оралиғига нисбатига тенг бўлган катталиikka айтилади:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \quad (1.1)$$

(1.1) дан жисм тезлигининг ихтиёрий пайтдаги қийматини топиш мумкин:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t. \quad (1.2)$$

СИ системада тезланиш секунд квадратига метр (м/с^2) ҳисобида ўлчанади.

Тўғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракат қилаётган жисмнинг босиб ўтган йўли.

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1.3)$$

ифода билан аниқланади. Бошланғич тезлик нолга тенг бўлса, яъни $v_0 = 0$ да

$$s = \frac{at^2}{2}. \quad (1.4)$$

Бундан

$$a = \frac{2s}{t^2}. \quad (1.5)$$

Текис тезланувчан ҳаракат қилаётган жисмнинг босиб ўтган йўлини ва шу йўлни ўтиш учун кетган вақтни ўлчаб, жисмнинг тезланишини (1.5) формула орқали ҳисоблаш мумкин.

(1.4) тенгламага кўра, бошланғич тезлик нолга тенг бўлганда, жисм босиб ўтган йўл вақтнинг квадратига пропорционал:

$$s_1 = \frac{at_1^2}{2}; s_2 = \frac{at_2^2}{2}; s_3 = \frac{at_3^2}{2}; \dots$$

Бу тенгликларни ҳадма-ҳад бўлиб,

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots = t_1^2 : t_2^2 : t_3^2 : \dots \quad (1.6)$$

ни оламиз.

Текис тезланувчан ҳаракатда жисмнинг бирор τ вақт ичида босиб ўтган йўли ($v_0=0$ да);

$$s_1 = \frac{a\tau^2}{2}. \quad (1.7)$$

Кейинги τ вақт ичида жисм

$$s_2 = v_1\tau + \frac{a\tau^2}{2} \quad (1.8)$$

масофани ўтади. Бунда $v_1=a\tau$ эканини ҳисобга олсак, (1.8) ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$s_2 = a\tau \cdot \tau + \frac{a\tau^2}{2} = \frac{3a\tau^2}{2}. \quad (1.9)$$

Шунингдек, учинчи τ вақт ичида жисм

$$s_3 = \frac{5a\tau^2}{2} \quad (1.10)$$

масофани ўтади ва ҳоказо. (1.7), (1.9), (1.10) га кўра, кетма-кет келган тенг вақтлар ичида босиб ўтилган йўлларнинг нисбатлари тоқ сонлар нисбатлари каби бўлади:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots \quad (1.11)$$

Тажрибада (1.6), (1.11) муносабатларнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Ишнинг мақсади: текис тезланувчан ҳаракат кинематикаси қонунларини ўрганиш ва текшириш.

Асбоб ва материаллар: Атвуд машинаси, электрон счётчик-секундомер, 6—8 В кучланишга мўлжалланган ўзгармас ток манбаи, калит, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. 3-иловадан Атвуд машинаси билан танишинг.
2. Атвуд машинасини қатъий вертикал вазиятга келтиринг.
3. Машинадаги шкаланинг қуйи қисмида жойлашган тақсимлагич колодкининг 1 ва 2 клеммаларини калит орқали ўзгармас ток манбаига уланг. Колодкининг 3 ва 4 клеммаларини электрон счётчик-секундомерга уланг.
4. Ип билан боғланган юкларни блок орқали ўтказинг. Темир кукуни ёрдамида ишқаланишни компенсацияланг. Бунинг учун темир кукуни оз-оздан ўнг томондаги юкнинг бўшлиғига солиб борилади. Бунда ҳар икки юк ўз-ўзидан ҳаракатга келмайдиган ва улар юклардан бирига берилган тезлик билан текис ҳаракат қиладиган бўлганда ишқаланиш компенсацияланган ҳисобланади.
5. Электромагнит ишга туширгични шкаланинг чап томонидаги колодкага игнасини юқорига қаратиб ўрнатинг.
6. Ўнг томондаги юкни унга қўйилган қўшимча юк билан бирга шкаланинг ноль бўлими ёнига ўрнатинг, 80 см белги ёнига қабул қилувчи столчани ўрнатинг. Калитни улаб шу вазиятда юклар системасини маҳкамланг.
7. Секундомер калитини бураб, уни ишчи ҳолатига ўтказинг. Занжир калитини узиб, юкларни ҳаракатга келтиринг. Шу вақтнинг ўзида секундомер ишга тушади.
8. Ўнг томондаги юк қабул қилувчи столчага етиб келгач, секундомер вақтни ҳисоблашдан тўхтайди. Секундомер кўрсатган вақтни ёзиб олинг.
9. (1.5) формулага кўра тезланишни ҳисобланг.
10. Қабул қилувчи столчани шкаланинг 70 см, 60 см ва ҳоказо бўлиmlарига ўрнатиб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.
11. Тезланишни ўлчашдаги хатоликни ҳисобланг. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	s, м	t, с	a, м/с ²	a ўрт. м/с ²	Δ a, м/с ²	Δ a ўрт. м/с ²	$\frac{\Delta a \text{ ўрт.}}{a \text{ ўрт.}}$

12. Тезланиш қийматини $a = a_{\text{ўрт}} \pm \Delta a_{\text{ўрт}}$ кўринишда ёзиб қўйинг.

13. $s_1; s_2; s_3; \dots$ ва $t_1^2; t_2^2; t_3^2; \dots$ нисбатларни тузиб, (1.6) муносабатга ишонч ҳосил қилинг.

14. (1.4) тенглама орқали юklar системасининг $t_1=0,5$ с; $t_2=1$ с; $t_3=1,5$ с ва бошқа вақтлар ичида ўтган: $s_1; s_2; s_3$ ва ҳоказо йўллари ҳисобланг.

15. Қетма-кет келган ҳар 0,5 с ичида ўтилган йўлларни ҳисобланг:

$$s_1 = s_2 - s_1; \quad s_2 = s_3 - s_2; \quad s_3 = s_4 - s_3; \dots$$

16. $s_1; s_2; s_3; \dots$ нисбатларни тузинг ва (1.11) муносабатга ишонч ҳосил қилинг.

Савол ва топшириқлар

1. Нотекис ҳаракат деб қандай ҳаракатга айтилади?
2. Текис тезланувчан ҳаракат нима? Тезланиш деб қандай катталиқка айтилади? Унинг бирликларини айтинг.

3. Текис тезланувчи ҳаракатда тезлик ва йўл формулаларини ёзинг.

4. Бошланғич тезлик билан текис тезланувчан ҳаракат қилаётган жисмнинг тезлик графигини чизинг.

5. Текис тезланувчан ҳаракатда йўллар нисбати учун муносабатни келтириб чиқаринг.

6. Автомобиль жойидан қўзғалиб 2 м/с^2 тезланиш билан ҳаракат қилади. Қанча вақтдан кейин унинг тезлиги 60 км/соат га етади? Бу вақт ичида автомобиль қанча масофа ўтади?

АДАБИЁТ

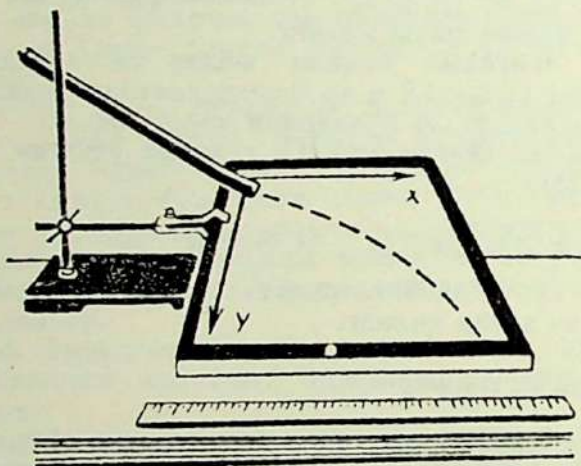
1. И. К. Қиконн, А. К. Қиконн. Физика-9. «Ўқитувчи», Т., 1991. 10—12-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику. «Высшая школа», М., 1977, 2. 7—2. 10- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики. «Высшая школа», М., 1978, 30—42- бетлар.

2. Жисмининг парабола бўйлаб қиладиган ҳаракатини ўрганиш

Шарча қия текисликда горизонтал равишда отилган бўлсин (2.1- расм). Бу ҳолда шарча вазиятининг X ўқдаги проекцияси текис ҳаракат қилади, унинг Y ўқдаги проекцияси текис тезланувчан ҳаракат қилади.



2.1- расм.

Текис ҳаракат учун

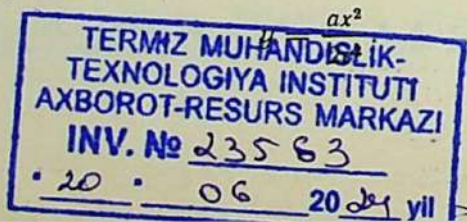
$$x = vt. \quad (2.1)$$

Бу ерда x координата ўқи X бўйича ўтилган масофа v — текис ҳаракат тезлиги, t — ҳаракат вақти. Текис тезланувчан ҳаракат учун

$$y = \frac{at^2}{2}. \quad (2.2)$$

Бу ерда y координата ўқи Y бўйича ўтилган масофа, a — тезланиш. (2.1) ва (2.2) ифодалардан t вақтни йўқотиб, шарча ҳаракати траекториясининг тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$y = \frac{ax^2}{2v^2}. \quad (2.3)$$



Бу парабола тенгламасидир. Шундай қилиб, қия текисликда горизонтал равишда отилган шарча парабола бўйлаб ҳаракат қилади.

Ҳаракатларнинг мустақиллик принциpidан фойдаланиб, ҳаракат фақат Y ўқи бўйлаб содир бўлмоқда деб фараз қилайлик. Бирор τ вақт ичида шарча босиб ўтган йўл

$$y_1 - y_0 = a\tau^2/2, \quad (2.4)$$

бунда a — шарчанинг тезланиши. Яна τ вақт ўтгач, шарча

$$y_2 - y_1 = v_1\tau + \frac{a\tau^2}{2} \quad (2.5)$$

масофани ўтади. Бунда

$$v_1 = a\tau. \quad (2.6)$$

(2.6) ни ҳисобга олсак, (2.5) ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$y_2 - y_1 = a\tau \cdot \tau + \frac{a\tau^2}{2} = a\tau^2 + \frac{a\tau^2}{2}. \quad (2.7)$$

Кейинги τ вақт ичида шарча $y_3 - y_2$ йўлни босиб ўтади:

$$y_3 - y_2 = v_2\tau + \frac{a\tau^2}{2}. \quad (2.8)$$

$v_2 = v_1 + a\tau = a\tau + a\tau = 2a\tau$ ни ҳисобга олсак,

$$y_3 - y_2 = 2a\tau \cdot \tau + \frac{a\tau^2}{2} = 2a\tau^2 + \frac{a\tau^2}{2} \quad (2.9)$$

Тенг вақтлар ичида босиб ўтилган йўлларнинг фарқи маси эса ўзгармас катталиқдир:

$$(y_2 - y_1) - (y_1 - y_0) = (y_3 - y_2) - (y_2 - y_1) = \dots = a\tau^2.$$

Ишнинг мақсади: кинематика қонунларини текшириш; жисмнинг парабола бўйлаб ҳаракатини ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: ўлчов лентаси, муфтали ва панжали штатив, шарча қўйиб юбориладиган нов, фанер тахта, шарча, копирка қоғоз, қоғоз, кнопкалар.

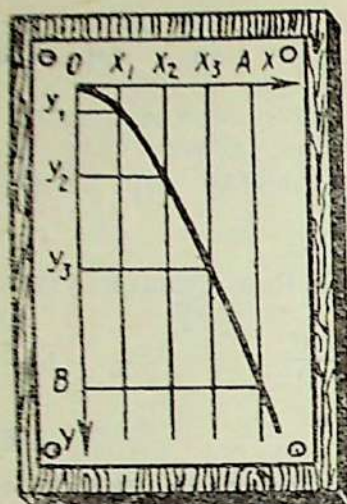
Ишни бажариш тартиби

1. Фанер тахтани стол текислиги билан $\alpha \approx 30-45^\circ$ бурчак ҳосил этадиган қилиб штативдан жасида бир четидан қистириб қўйинг. Новни 2:1 раёсда кўрсатилогандек маҳкамланг. Новнинг қайрилган учи горизонтал бўлишига эриш.

QO'XO'JALIK
KASE-HUNAR KOLLEJ AXBOROT-
2-255 RESURS MARKAZI
KIRIM No 426
2009

кутувона
KIRIM No 42645





2.2- расм.

2. Фанер тахта юзига копрка қоғозни юқорига қаратиб, унинг устига оқ қоғозни кнопка билан маҳкамланг.

3. Шарчани новдан қўйиб юборинг. Шарча қоғозда думалаб, унда копировка қоғоздан из қолдиради.

4. Шарчанинг изи бўйлаб қаламда эгри чизиқ чизинг.

5. Қоғозга координата ўқларини чизинг (2.2-расм). X ўқи бўйлаб $Ox_1 = x_1x_2 = x_2x_3 = \dots$ кесмалар ажратинг. Ox ўқ бўйлаб ҳаракат текис бўлгани учун шарча бу кесмаларни тенг вақтлар ичида ўтади.

6. $x_1, x_2, x_3 \dots$ нуқталардан шарча ҳаракатининг траекторияси билан кесишадиган перпендикулярлар ўтказинг. Перпендикулярнинг шарча траекторияси билан кесишган нуқталаридан Y ўққа перпендикуляр тушинг (2.2-расмга қаранг).

7. $(y_1 - y_0), (y_2 - y_1), (y_3 - y_2), \dots$ айирмаларни ҳисобланг ва қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	α , град	$l_1 = y_1 - y_0$ см	$l_2 = y_2 - y_1$ см	$l_3 = y_3 - y_2$ см	$l_4 = y_4 - y_3$ см	$l_2 - l_1$ см	$l_3 - l_2$ см	$l_4 - l_3$ см

(2.10) тенгликка ишонч ҳосил қилинг.

8. Фанер тахтанинг горизонт билан α қиялик бурчагини ўзгартириб, тажрибани такрорланг.

Савол ва топшириқлар

1. Ҳаракатларнинг мустақиллик принципи нимадан иборат?

2. Тезланиш деб нимага айтилади?

3. Қандай ҳаракат текис тезланувчан ҳаракат дейилади?

4. Тўғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракатда тезлик ва босиб ўтилган йўл қандай аниқланади?

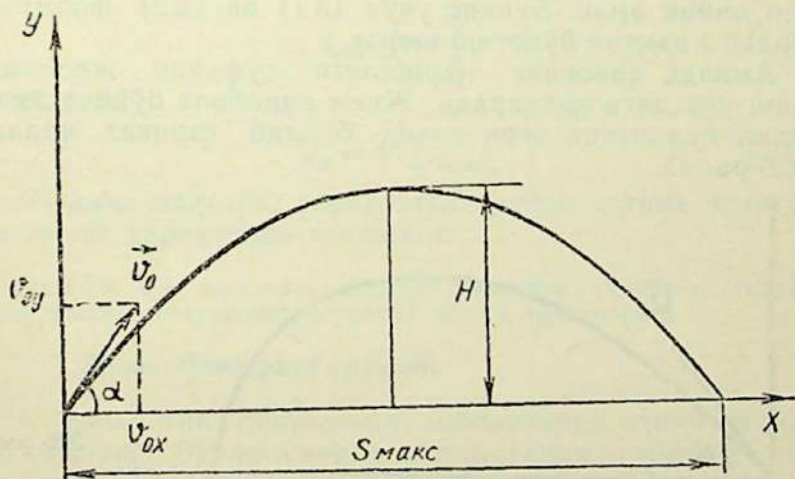
5. Тўғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракат учун тезлик графигини чизинг.

6. Шарча горизонтал новдан ажралаётган пайтда унинг тезлиги $v=2$ м/с бўлган. Шарчанинг $t=2$ с вақт ичида горизонтал ва вертикал йўналишлар бўйлаб ўтган масофасини топинг. Кейинги 2 с ичида шарча вертикал йўналишда қандай масофани босиб ўтади?

3. Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракатини ўрганиш

Баъзан горизонт билан бирор α бурчак ҳосил қилиб йўналган $\vec{v}_0$ бошланғич тезлик олган жисмнинг ҳаракати билан иш кўришга тўғри келади. Бундай жисм горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисм дейилади.

Ҳавонинг қаршилиқ кучини эътиборга олмасак, жисмга фақат оғирлик кучи таъсир қилади. Жисм вертикал йўналишда g эркин тушиш тезланиши билан ҳаракат қилади, горизонтал йўналишда текис ҳаракат қилади. Жисм отилган нуқтани саноқ боши деб ҳисоблаб, X ўқни горизонтал, Y ўқни вертикал йўналтирамиз (3.1-расм).



3.1-расм.

Вақтни жисм отилган пайтдан бошлаб ҳисоблаймиз. У ҳолда жисмнинг тезланиши пастга вертикал йўналган бўлиб, $\vec{g}$ га тенг. Тезланиш векторининг X ўқдаги проекцияси нолга тенг, Y ўқдаги проекцияси манфий бўлиб, $g = -9,8 \text{ м/с}^2$.

Ҳаракат бошланган пайтдан t вақт ўтгач, жисмнинг координаталари қуйидагича бўлади:

$$x = v_{0x} \cdot t, \quad (3.1)$$

$$y = v_{0y} \cdot t + \frac{gt^2}{2}. \quad (3.2)$$

Бунда

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \quad (3.3)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha. \quad (3.4)$$

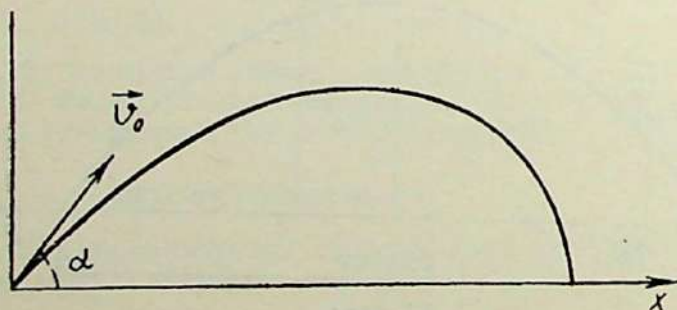
(3.3), (3.4) ифодалар бошланғич тезлик векторининг координата ўқларига проекцияларидир.

Жисм отилган нуқта ва унинг тушиш нуқтаси бир горизонталда ётган бўлса, жисмнинг вертикал ҳамда горизонтал йўналишлар бўйича ҳаракат вақти τ бир хил бўлади. Ҳаракатланиш вақти τ энг юқорига кўтарилиш вақти t_1 нинг иккиланганига тенг:

$$\tau = 2t_1. \quad (3.5)$$

Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисмнинг траекторияси параболадан иборат эканини кўрсатиш қийин эмас. Бунинг учун (3.1) ва (3.2) формулалардан t вақтни йўқотиш кифоя.

Амалда ҳавонинг қаршилиги туфайли жисмнинг учиш узоқлиги қисқаради. Жисм парабола бўйича эмас, балки баллистик эгри чизик бўйлаб ҳаракат қилади (3.2- расм).



3.2- расм.

Жисмнинг кўтарилиш вақти пасайиш вақтига тенг. Траекториянинг энг юқори нуқтасида тезликнинг вертикал ташкил этувчиси нолга тенг. Шунинг учун

$$v_{0y} = gt_1.$$

Бундан

$$t_1 = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \text{ ёки } \tau = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}, \quad (3.6)$$

τ — жисмнинг учиш вақти. Жисмнинг энг юқорига кўтарилиш баландлигини қуйидаги тенгламадан топиш мумкин:

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (3.7)$$

Жисмга горизонтал йўналишда куч таъсир қилмайди. Шунинг учун тезликнинг горизонтал ташкил этувчиси ўзгармайди:

$$v_{0x} = \text{const}. \quad (3.8)$$

Шу сабабли бу йўналишда жисмнинг учиш узоқлиги

$$s = v_{0x} \tau = v_{0x} \cdot 2t_1 = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}. \quad (3.9)$$

(3.9) ифодага кўра учиш узоқлиги α бурчакка боғлиқ. Агар $\alpha = 45^\circ$ бўлса, учиш узоқлиги энг катта бўлишига ишонч ҳосил қилиш мумкин:

$$s_{\text{макс.}} = \frac{v_0^2}{g}. \quad (3.10)$$

Бундан

$$v_0 = \sqrt{gs_{\text{макс.}}} \quad (3.11)$$

Ишнинг мақсади: горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракатини текшириш.

Асбоб ва материаллар: баллистик тўппонча, снаряд, ўлчов лентаси, секундомер, вертикал чизғич, транспортёр.

Ишни бажариш тартиби

1. Баллистик тўппончани лаборатория столи четига маҳкамланг. Бунда снаряд тўппончадан отилгач, яна столга тушадиган бўлсин.

2. Горизонт билан тўппонча ҳосил қилган бурчакни ҳар гал 15° га ўзгартириб, ундан ўқ узинг. Ўлчов лентаси ёрдамида снаряднинг учиш масофасини ўлчанг.

3. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	α , град.	s , м	t , с	h , м	$t_{\text{таж}}$, с	$H_{\text{таж}}$, м
1	15°					
2	30°					
.	.					
.	.					
6	90°					

4. S , α координата ўқларида снаряд учиш узоқлигининг отиш бурчагига боғлиқлик графигини чизинг ва уни изоҳланг.

5. График ёрдамида снаряднинг энг узоққа учиш $s_{\text{макс}}$ масофасини аниқланг.

6. (3.11) формула ёрдамида снаряднинг бошланғич тезлигини ҳисобланг.

7. Ҳар бир тажрибада снаряднинг учиш вақтини (3.6) ифода ёрдамида ҳисобланг.

8. (3.7) ифода ёрдамида энг юқорига кўтарилиш баландлигини топинг ҳамда унинг отиш бурчагига боғлиқлик графигини чизинг ва уни изоҳланг.

9. Секундомер ёрдамида отиш бурчагининг баъзи қийматлари учун снаряд ҳаракати вақтини ўлчанг ($t_{\text{таж}}$) ва уни назарий ҳисобланган вақт билан таққосланг.

10. Вертикал чизғич ёрдамида отиш бурчаги 90° га тенг бўлганда снаряднинг энг юқорига кўтарилиш баландлигини кузатинг ва уни назарий йўл билан ҳисобланган натижа билан таққосланг.

Савол ва топшириқлар

1. Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисмнинг траекторияси қандай бўлади?

2. Вагон тинч турганда ва ҳаракат қилаётганда унинг деразасидан эркин тушаётган жисмнинг ҳаракат

вақти бир хил бўладими? (ҳавонинг қаршилигини ҳисобга олманг).

3. Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисмнинг учиш узоқлиги ва энг юқорига кўтарилиш баландлиги нималарга боғлиқ?

4. Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисм тезлигининг горизонтал ва вертикал ташкил этувчилари ҳаракат давомида қандай ўзгаради?

5. Тўп горизонтга нисбатан 30° бурчак остида 10 м/с бошланғич тезлик билан отилган. Бошланғич тезлигининг горизонтал ва вертикал ташкил этувчиларини, тўпнинг кўтарилиш баландлигини, тушиш вақтини, учиш узоқлигини аниқланг.

АДАБИЕТ

1. И. К. Киконн, А. К. Киконн. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 33-§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 52-§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 30—44-бетлар.

4. Атвуд машинаси ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш

Жисмларнинг оғирлик кучи таъсиридаги ҳаракати *эркин тушиш* деб аталади. Жисмларнинг эркин тушиши тўғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракатга мисол бўлади. Италиялик олим Галилео Галилей эркин тушаётган жисмлар бир хил тезланиш билан ҳаракатланишини топди. Бу тезланиш *эркин тушиш тезланиши* деб аталади. Эркин тушиш тезланиши пастга вертикал йўналган ва абсолют қиймати тахминан $9,8 \text{ м/с}^2$ га тенг эканлиги аниқланган.

Ер юзига яқин нуқталардан тушаётган жисмларга оғирлик кучидан ташқари ҳавонинг қаршилиги ҳам таъсир қилади. Лекин кўп ҳолларда ҳавонинг жисмлар тезланишига таъсирини эътиборга олмаса ҳам бўлади.

Эркин тушиш текис тезланувчан ҳаракат бўлгани учун бу ҳаракатни характерловчи формулалар қуйидаги кўринишга эга:

$$v_t = v_0 + gt, \quad (4.1)$$

$$H = v_0 t + \frac{gt^2}{2}, \quad (4.2)$$

бу ерда v_0 , v_t — жисмнинг бошланғич ва ихтиёрий пайтдаги тезлиги; t — ҳаракат вақти; g — эркин тушиш тезланиши; H — тушиш баландлиги.

Ҳаракат бошланғич тезликсиз содир бўлаётган ҳолда

$$v_t = gt; \quad (4.3)$$

$$H = \frac{gt^2}{2} \quad (4.4)$$

ни оламиз. (4.4) га кўра эркин тушиш тезланиши

$$g = 2H/t^2. \quad (4.5)$$

Тажрибада маълум t вақт ичидаги тушиш баландлигини ўлчаш асосида (4.5) формула ёрдамида эркин тушиш тезланиши аниқланади.

Ишнинг мақсади: эркин тушиш тезланишини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: Атвуд машинаси, электрон счётчик-секундомер, селенли тўғрилагич ВС 4-12, шарча, уловчи симлар, калит.

Ишни бажариш тартиби

1. 3-иловадан Атвуд машинаси билан танишинг.
2. Машина шкаласини вертикал вазиятга келтиринг. Атвуд машинасидан юклар системасини олинг.
3. Электромагнит ишга туширгични шкаланинг ўнг томонига игнасини пастга қаратиб ўрнатинг.
4. Қабул қилувчи столчани $H=80$ см белги ёнига маҳкамланг.
5. Шкаланинг қуйи қисмида жойлашган тақсимлагич колодканинг 1 ва 2 клеммаларини секундомерга, 3 ва 4 клеммаларини калит орқали селенли тўғрилагичга уланг. Бунда тўғрилагич чиқишида 4—6 В кучланиш бўлиши керак.
6. Калитни уланг. Ишга туширгичнинг игнаси учига пўлат шарчани ўрнатинг. Шарчани электромагнит кучлар тутиб туради.
7. Счётчик-секундомер калитини бураб уни ишчи ҳолатга ўтказинг.

8. Калитни бураб ишга туширгач занжирини узинг. Бунда шарча эркин туша бошлайди. Шу пайдан бошлаб счётчик-секундомер вақтни ҳисоблай бошлайди.

9. Шарча қабул қилувчи столчага тушгач, счётчик-секундомер занжири узилади ва у вақтни ҳисоблашдан тўхтайди. Секундомернинг t кўрсатиши ёзиб олинади.

10. $g = 2H/t^2$ формуладан эркин тушиш тезланишини аниқланг.

11. Қабул қилувчи столча вазиятини ўзгартириб тажрибани 3—4 марта такрорланг.

12. Хатоликни баҳоланг. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	H , см	t , с	g , см/с ²	$g_{\text{эрт}}$, см/с ²	Δg , см/с ²	$\Delta g_{\text{эрт}}$, см/с ²	$\frac{\Delta g_{\text{эрт}}}{g_{\text{эрт}}} \cdot 100\%$

13. Тажриба натижасини $g = g_{\text{эрт}} \pm \Delta g_{\text{эрт}}$ кўринишда ёзиб қўйинг. Натижани эркин тушиш тезланишининг жадвалда келтирилган қиймати билан таққосланг.

Савол ва топшириқлар

1. Жисмларнинг эркин тушиши деб нимага айтилади?

2. Эркин тушаётган жисмлар қандай тезланиш билан ҳаракат қилади?

3. Эркин тушаётган ва юқорига тик отилган жисмлар учун йўл ва тезлик формулаларини ёзинг.

4. Жисмларнинг Ойда тушиши нима билан фарқ қилади?

5. Эркин тушиш тезланишининг қиймати нималарга боғлиқ?

6. Ердан юқорига тик отилган жисм 12 с дан кейин қайтиб тушди. Бу жисмнинг қанча баландликка кўтарилганини ва қандай бошланғич тезлик билан отилганини аниқланг.

АДАБИЁТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 10—13- §§.
2. П. П. Луцик ва бошқ. Курс физики, «Вища школа», Киев 1978, 1.8—1.9- §§.

5. Қаттиқ ва суюқ жисмлар зичлигини аниқлаш

Жисмлар ўзаро таъсирлашганда уларнинг тезлиги ўзгаради. Ўзаро таъсир натижасида тезлиги камроқ ўзгарган жисм тезлиги кўпроқ ўзгарган жисмга қараганда инертлироқ дейилади. Жисмларнинг инертлик деб аталувчи бу хоссаси махсус катталиқ билан ифодаланади. Бу катталиқ — массади. Демак, жисмнинг массаси унинг инертлигини ифодаловчи катталиқдир. Массанинг ўлчов бирлиги сифатида платина ва иридий қотишмасидан махсус тайёрланган цилиндр массаси қабул қилинган. Бу бирлик *килограмм* деб аталади.

Турли материалдан тайёрланган ҳажми бир хил жисмлар ҳар хил массага эга. Бир хил материалдан тайёрланган ҳар хил ҳажмга эга бўлган жисмларнинг массаси ҳажмга тўғри пропорционалдир. Массанинг ҳажмига нисбати эса ҳажмга боғлиқ эмас ва моддани характерловчи катталиқ бўлиб хизмат қилади. Бу катталиқ турли моддадан ясалган жисмларнинг инертлик хоссаларини таққослашга имкон беради.

Модда m массасининг унинг V ҳажмига нисбати модданинг ρ зичлиги дейилади:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (5.1)$$

Бирликларнинг халқаро системасида зичлик 1 кг/м^3 да ўлчанади.

Тажрибада жисмнинг массаси, ҳажми аниқланади ва (5.1) формула ёрдамида зичлик ҳисобланилади.

Ишнинг мақсади: қаттиқ ва суюқ жисмларнинг зичлигини тортиш усули билан аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: штангенциркуль, даражаланган цилиндр идиш ёки мензурка, аналитик тарози, тарози тошлари, металл тахтачалар (цилиндрик кўринишга эга бўлган), конуссимон колба, 0,5 л ли қалин деворли стакан, бир жинсли қаттиқ жисм бўлақчалари, зичлиги аниқланиши лозим бўлган суюқликлар (сув, мис купориси эритмаси, керосин ва бошқ.), фильтр қоғоз.

Ишни бажариш тартиби

А. Мунтазам шаклга эга бўлган жисмлар зичлигини аниқлаш.

1. Цилиндр шаклидаги бир жинсли брусонинг h баландлигини ва асосининг d диаметрини штангенциркуль ёрдамида ўлчанг (штангенциркуль билан ишлаш тартиби 1-иловада келтирилган).

2. Қуйидаги

$$V = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h$$

ифода ёрдамида цилиндр шаклидаги жисмнинг ҳажмини аниқланг.

3. Аналитик тарозидида жисмнинг массасини тортиб ўлчанг. (Тарозидида тортиш қоидалари 2-иловада келтирилган).

4. Қуйидаги

$$\rho = m/V$$

ифода орқали жисмнинг зичлигини ҳисобланг.

5. Цилиндр шаклидаги бошқа жисмлар билан тажрибани 3—4 марта такрорланг.

6. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	Модданинг номи	d , м	h , м	V , м ³	m , кг	ρ , кг/м ³	ρ жадв. кг/м ³

7. Жисмнинг тажрибада топилган зичлигини жадвалда келтирилган қиймати билан таққосланг.

Б. Шакли мунтазам бўлмаган жисмнинг зичлигини аниқлаш.

1. Жисмнинг массасини тарозидида тортиб ўлчанг.

2. Жисмнинг ҳажмини мензурка ёрдамида ўлчанг. Бунинг учун мензуркага жисм бутунлай ботиб турадиган қилиб сув қуйинг. Мензуркадаги сув сатҳининг баландлиги l_1 ни аниқланг. Шундан кейин жисмни илга боғлаб сувга тушинг ва мензуркадаги сув сатҳининг

кейинги l_2 баландлигини аниқланг. Мензурканинг бўлим қийматини билган ҳолда жисмнинг ҳажмини ҳисобланг.

3. Жисм моддасининг зичлигини ҳисобланг.

4. Бошқа жисмлар билан тажрибани 3—4 марта такрорланг.

5. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	Модданинг номи	l_1 , см	l_2 , см	V , см ³	m , кг	ρ , кг/м ³	$\rho_{\text{жадв.}}$, кг/м ³

В. Суюқ жисмлар зичлигини аниқлаш.

1. Бўш колбанинг m_1 массасини тарозида тортиб ўлчанг.

2. Текширилаётган суюқликдан мензуркага бир оз қуйиб, унинг V ҳажмини аниқланг.

3. Суюқликни мензуркадан колбага қуйиб, колбанинг суюқлик билан биргаликдаги m_2 массасини ўлчанг.

$m = m_2 - m_1$ ифодадан фойдаланиб, суюқликнинг массасини ҳисобланг.

5. Суюқликнинг зичлигини аниқланг.

6. Бошқа суюқликлар билан тажрибани 3—4 марта такрорланг. Тажриба натижаларини жадвалдаги қийматлар билан таққосланг.

7. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	Суюқлик номи	m , кг	V , м ³	ρ , кг/м ³	$\rho_{\text{жадв.}}$, кг/м ³

Савол ва топшириқлар

1. Жисмларнинг инертлик хоссаси нимадан иборат?
2. Масса деб нимага айтилади? Унинг ўлчов бирлиги қандай?

3. Зичликни ва унинг ўлчов бирлигини айтиб беринг.

4. Ҳажми 15 см^3 бўлган бирор модданинг массаси $109,5 \text{ г}$. Шу модданинг 1 м^3 ининг массаси нимага тенг?

АДАБИЕТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 19—21- §§.

2. А. В. Пёришкин, Н. А. Родина. Физика -7. «Ўқитувчи», Т., 1990, 17—22- бандлар.

3. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 3.1—3.9- §§.

4. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 60—65- бетлар.

6. Атвуд машинаси ёрдамида Ньютоннинг иккинчи қонунини текшириш

Ньютоннинг иккинчи қонуни жисмнинг ҳаракат тезланиши, тезланишни вужудга келтирувчи куч ва жисмнинг массаси ўртасидаги боғланишни ифодалайди.

Икки жисм ўзаро таъсирлашганда ҳар иккала жисм тезланиш олади. Одатда, бизни фақат тезлиги орттирилган жисмнинг ҳаракати қизиқтириб, унга тезланиш берган жисмнинг ҳаракати қизиқтирмайди. Тезланишни вужудга келтирувчи иккинчи жисмнинг таъсири тезлатилаётган жисмга таъсир этувчи куч дейилади. Жисмнинг тезланиши унга бошқа жисмнинг таъсири туфайли ҳосил бўлди, дейиш ўрнига тезланишни жисмга қўйилган куч юзага келтирди, дейилади.

Тажрибалар кўрсатадики, жисмнинг $\vec{a}$ тезланиши унга қўйилган $\vec{F}$ кучга тўғри пропорционал, жисмнинг m массасига тесқари пропорционал:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (6.1)$$

Бу тенглама Ньютоннинг иккинчи қонунини ифодалайди.

Тажрибада (6.1) формуланинг ўринли экани текширилади.

Ишнинг мақсади: Ньютоннинг иккинчи қонунини ўрганиш ва текшириш.

Асбоб ва материаллар: Атвуд машинаси, электрон счётчик-секундомер, 4—6 В кучланишга мўлжалланган ўзгармас ток манбаи, калит, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. 3-иловадан Атвуд машинаси билан танишинг.
2. Юклар системасининг ипини блокка осинг. Машинани қатъий вертикал вазиятга келтиринг.
3. Шкаланинг қўйи қисмида жойлашган тақсимлагич колодкининг 1 ва 2 клеммаларини секундомерга, 3 ва 4 клеммаларини калит орқали ток манбаига уланг.
4. Ўнг томондаги юкни шкаланинг ноль бўлими ёнига ўрнатиб, ипини электромагнит ишга туширгич ёрдамида тутиб туринг (бунинг учун калитни ёпиш керак).
5. Қабул қилувчи столчани $s=80$ см белги ёнида ўрнатинг.
6. Счётчик-секундомер калитини бураб, уни ишчи ҳолатига ўтказинг.
7. Ўнг томондаги юкка 2 г ли қўшимча юк осинг ва калитни узиб, юкларни ҳаракатга келтиринг. Шу вақтнинг ўзида секундомер ишга тушади.
8. Ўнг томондаги юк қабул қилувчи столчага урилгач, секундомер вақтни ҳисоблашдан тўхтайди. Унинг t кўрсатишини ёзиб олинг.
9. $a = \frac{2s}{t^2}$ ифодадан тезланишни ҳисобланг.
10. Ўнг томондаги юкка 4 г ва 6 г ли (4 г + 2 г) қўшимча юклар осиб, тажрибани такрорланг.
11. $F = m_0 g$ формуладан юклар системасига таъсир қилувчи кучларни ҳисобланг, бунда m_0 — қўшимча юклар массаси.
12. Юклар системаси олган тезланиш қўшимча юклар оғирлигига, яъни қўйилган кучга пропорционал эканига ишонч ҳосил қилинг.
13. Ҳар бир юкдан пастки цилиндрни бураб олинг. Натижада системанинг массаси икки марта камаяди. Шу ҳол учун тажрибани такрорланг.
14. Юклар системаси олган тезланиш системанинг массасига тесқари пропорционал эканига ишонч ҳосил қилинг.
15. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	t , с	S , м	a , м/с ²	F , Н	m , шартли бирлик	m_0 , кг

Савол ва топшириқлар

1. Тезланиш деб нимага айтилади? Унинг ўлчов бирлигини айтинг.

2. Масса деб нимага айтилади? У қандай бирликларда ўлчанади?

3. Қандай катталиқ куч деб аталади? Кучнинг ўлчов бирликларини айтинг.

4. Ньютоннинг иккинчи қонунини гапириб беринг. Унинг табиат ва техникада намоён бўлишига мисоллар келтиринг.

5. Оғирлик кучи ва жисмларнинг оғирлиги нима?

6. $m_1 = 0,10$ кг ва $m_2 = 0,12$ кг юклар қўзғалмас блокдан ўтган ипга осилган. Юклар системаси қандай тезланиш билан ҳаракат қилади?

АДАБИЁТ

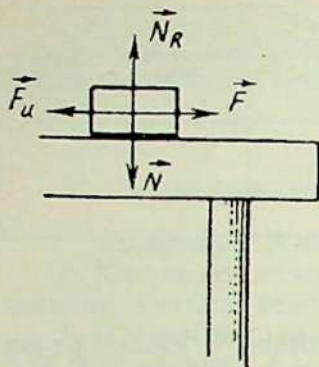
1. И. К. Қиконин, А. Қ. Қиконин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 10—13, 19—22- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 3.1—3.5—3.7—3.8- §§.

7. Сирпаниш ишқаланиш коэффициентини трибометр ёрдамида аниқлаш

Ишқаланиш кучини юзага келтирувчи сабаб — жисмларнинг бир-бирига тегиб турган сиртларининг идеал текис эмаслигидир, яъни бу сиртларнинг ғадир-будурликлардан иборатлигидир. Бу ғадир-будурликлар жисм ҳаракатига тўсқинлик қилувчи ва ҳаракатлантирувчи куч йўналишига тесқари йўналган ишқаланиш кучини вужудга келтиради.

Бир-бирига тегиб турган жисмларнинг нисбий кўчиши бўлмаган ҳолдаги ишқаланиш *тинчликдаги ишқаланиш* дейилади.



7.1- расм.

Стол устига қўйилган тахтачани кўрайлик (7.1-расм). Тахтачага бир-бирига тенг ҳамда қарама-қарши йўналган $\vec{N}_R$ реакция ва $\vec{N}$ нормал босим кучлари таъсир қилади. Бу кучларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг. Агар биз тахтачага бирор $\vec{F}$ куч таъсир қилиб, уни қўзгатмоқчи бўлсак, стол билан тахтачанинг бир-бирига тегиб турган сиртлари орасида $\vec{F}$ кучга тескари йўналган $\vec{F}_и$ ишқаланиш кучи ву-

жудга келади. $\vec{F}_и$ куч таъсири туфайли жисм қўзғалмай тураверади. $\vec{F}_и$ тинчликдаги ишқаланиш кучи жисмга таъсир этаётган $\vec{F}$ куч ортиши билан ортиб боради. Лекин бу ортиш $\vec{F}$ кучнинг маълум $\vec{F}_c$ чегаравий қийматигача давом этади. $\vec{F} > \vec{F}_c$ бўлганда жисм ҳаракатга келади, яъни нисбий кўчиш содир бўлади.

Нисбий кўчиш мавжуд бўлган ҳолдаги ишқаланиш *сирпаниш ишқаланиши* дейилади. Ўлчашлар сирпаниш ишқаланиш кучи абсолют қиймати жиҳатидан тинчликдаги ишқаланиш кучининг $\vec{F}_c$ чегаравий қийматига тахминан тенг эканлигини кўрсатади.

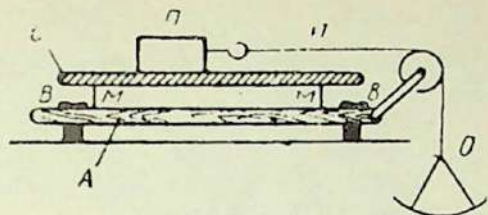
Бир-бирига тегиб турган жисмлар нисбий ҳаракатда бўлгандаги $\vec{F}_c$ сирпаниш ишқаланиш кучи $\vec{N}$ босим кучига пропорционалдир:

$$F_c = kN, \quad (7.1)$$

Горизонтал йўлда текис ҳаракат қилаётган жисмга таъсир қилувчи $\vec{N}$ оғирлик кучини (нормал босим кучини) ва жисмни ҳаракатга келтираётган $\vec{F}$ кучни ($\vec{F} = -\vec{F}_c$) билган ҳолда (7.1) тенгламадан ишқаланиш коэффициентини топиш мумкин:

$$k = \frac{|\vec{F}_c|}{|\vec{N}|} \quad (7.2)$$

бунда k — пропорционаллик коэффициенти ёки сирпаниш ишқаланиш коэффициенти дейилади.



7.2- расм.

Трибометрнинг A столчаси устидаги MM михчаларга ёғоч ёки темир C стержень ўрнатилади (7.2-расм). $П$ ёғоч ёки темир тахтача B блок орқали ўтувчи ингичка $И$ ип учига боғланган $О$ паллача билан туташтирилади. Трибометр $ВВ$ винтлар ёрдамида горизонтал ўрнатилади.

Ишнинг мақсади: сирпаниш ишқаланиш коэффициенти аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: трибометр, ёғоч ва металл тахтачалар, тарози ва тарози тошлари (динамометр), секундомер ёки метроном, ватерпас ёки сувли стакан.

Ишни бажариш тартиби

1. Трибометрни $ВВ$ винтлар ёрдамида горизонтал ҳолда ўрнатиш ва бунини трибометр столчаси устига ватерпас ёки сувли стакан қўйиб текшириш.

2. MM михчаларга C стерженни ўрнатиш.

3. $П$ тахтачанинг N оғирлигини тарози ёки динамометр ёрдамида ўлчанг.

4. Тахтачани C стержень устига қўйиб, унинг илгиргига ипнинг бир учини боғланг.

5. $О$ паллачанинг N_1 оғирлигини ўлчанг. $П$ тахтача боғланган ипнинг иккинчи учига $О$ паллачани боғлаб, B блок орқали ўтказиб қўйинг.

6. Паллачага тарози тошларидан аста-секин шундай қўйингки, натижада тахтача ўз-ўзидан ҳаракатланмасдан, текис ҳаракатга келсин.

7. Стержень узунлигини тенг оралиқларга ажратиб, бу оралиқларни $П$ тахтача баравар вақтда босиб ўтаётганига ишонч ҳосил қилинг. Хусусан, метрономнинг, масалан, биринчи икки чиқиллашида ўтилган йўл, кейинги икки чиқиллашида ўтилган йўлга тенг эканига ишонч ҳосил қилинг. Бу ҳолда тахтачага қўйилган кучларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг бўлади:

$$F_c - F = 0 \text{ ёки } F_c = F.$$

Бунда $F = N_1 + N_2$; N_2 — паллачадаги тарози тошларининг оғирлиги.

8. (7.2) тенгламадан k ишқаланиш коэффициентини аниқланг.

9. Тахтача устига турли юклар қўйиб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

10. Хатоликни баҳоланг.

11. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$N, Н$	$N_1, Н$	$N_2, Н$	$F, Н$	k	$k_{\text{урт.}}$	Δk	$\Delta k_{\text{урт.}}$	$\frac{\Delta k_{\text{урт.}}}{k_{\text{урт.}}} \cdot 100\%$

12. Натижани $k = k_{\text{урт}} \pm \Delta k_{\text{урт}}$ кўринишда ёзинг.

13. Стержень ва тахтачани ўзгартириб, тажрибани такрорланг.

Савол ва топшириқлар

1. Ишқаланиш кучлари нима? Уларнинг табиати қандай?

2. Тинчликдаги ишқаланиш кучи деб нимага айтилади?

3. Сирпаниш ишқаланиш кучи нима?

4. Сирпаниш ишқаланиш кучлари қандай катталикларга боғлиқ?

5. Ишқаланиш кучларининг йўналиши нималарга боғлиқ?

6. Техника ва турмушда ишқаланишнинг аҳамияти ва зарарини айтинг.

7. Горизонтал сиртда ётган $m = 2 \text{ кг}$ массали жисмга $a = 0,20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ тезланиш бериш учун унга қандай F куч билан таъсир қилиш керак? Жисм билан сирт ўртасидаги ишқаланиш коэффициенти $k = 0,02$ га тенг.

АДАБИЁТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991. 35—38- §§.

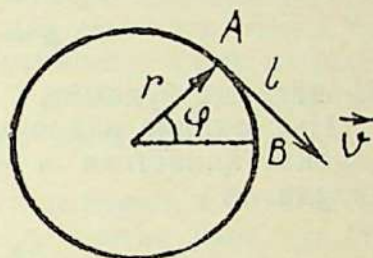
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 3—19-§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 88—90-бетлар.

8. Марказга интилма куч формуласини конуссимон маятник ёрдамида текшириш

Эгри чизиқли ҳаракатнинг энг содда тури айлана бўйлаб текис ҳаракатдир. Бундай ҳаракатда моддий нуқта радиус-вектори тенг вақтлар ичида тенг бурчакларга бурилади.

Мазкур ишда айлана бўйлаб текис ҳаракат кўриб чиқилади (8.1-рasm). Радиус-векторнинг φ бурилиш бурчагини бурилиш юз берган t вақтга нисбати айлана бўйлаб текис ҳаракат қилаётган нуқтанинг ω бурчак тезлиги дейилади:



8.1-рasm.

$$\omega = \frac{\varphi}{t}. \quad (8.1)$$

Бир марта тўла айланишида радиус-вектор 2π бурчакка бурилади. Шунинг учун

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (8.2)$$

ни ёзиш мумкин. Бунда T — айланиш даври. Бурчак тезлик рад/с ларда ўлчанади.

Айлана бўйлаб текис ҳаракатда моддий нуқта ўтган l ёй узунлигининг шу ёйни ўтиш учун кетган t вақтга нисбати билан ўлчанадиган катталики v чизиқли тезлик дейилади:

$$v = \frac{l}{t}. \quad (8.3)$$

Чизиқли тезлик билан бурчак тезлик ўртасида қуйидаги

$$v = \omega r \quad (8.4)$$

боғланиш мавжуд эканини кўрсатиш мумкин, r — айлана радиуси.

Айлана бўйлаб текис ҳаракатда чизиқли тезлиكنинг сон қиймати ўзгармайди. Эгри чизиқли ҳаракатда тез-

лик вектори траекторияга уринма бўйлаб йўналган. Шунинг учун айлана бўйлаб ҳаракатда чизиқли тезлик йўналиши ўзгаради. Бу эса айлана бўйлаб текис ҳаракатда тезланиш мавжуд эканлигини кўрсатади. Бу тезланиш айлана радиуси бўйлаб марказга йўналган ва шунинг учун *марказга интилма тезланиш* деб аталади. Марказга интилма тезланишнинг сон қиймати

$$a = \frac{v^2}{r}. \quad (8.5)$$

(8.4) ва (8.2) ни ҳисобга олсак,

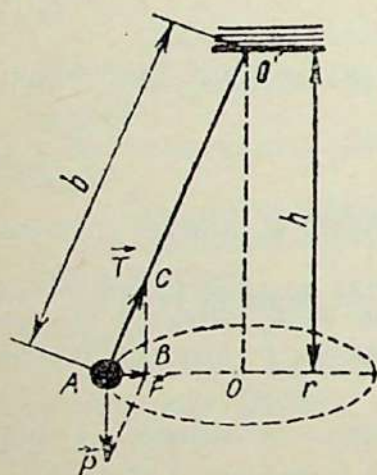
$$a = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r \quad (8.6)$$

ифодага эга бўламиз.

Ньютоннинг иккинчи қонунига кўра айлана бўйлаб ҳаракат қилаётган m массали моддий нуқтага таъсир қиладиган

$$F = m \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r \quad (8.7)$$

куч марказга интилма куч деб аталади.



8.2-расм.

Мазкур ишда (8.7) ифода конуссимон маятник ёрдамида текширилади. Конуссимон маятник айланганда (8.2-расм) унга марказга интилма тезланиш берувчи куч шарчанинг $\vec{P} = m\vec{g}$ оғирлик кучи ва $\vec{T}$ таранглик кучининг $\vec{F}$ тенг таъсир этувчисидан иборат. ABC ва AOO' учбурчакларнинг ўхшашлигидан

$$\frac{F}{mg} = \frac{r}{h}$$

ни оламиз. Бундан марказга интилма куч

$$F = \frac{mgr}{h} \quad (8.8)$$

экани келиб чиқади.

Ишнинг мақсади: айланма ҳаракат динамикасини ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: динамометр, ўлчов лентаси, тарози ва тарози тошлари, секунд стрелкали соат (секундомер), муфтаси ва ҳалқаси бор штатив, шарча, учи тугунли ип.

Ишни бажариш тартиби

1. Шарчанинг m массасини тарозида тортиб ўлчанг.

2. Маятник йиғинг.

3. Маятникни осилган нуқтаси яқинидан иккита бармоқ билан ушлаб айлантиринг. Айланиш радиуси маятник узунлигидан кичик бўлиши керак.

4. r айланиш радиусини ўлчов лентаси ёрдамида ўлчанг. Шарчани айланиш радиуси масофасида четлатинг. Лента ёрдамида вертикал бўйича айланиш марказидан осиш нуқтасигача бўлган h масофани ўлчанг (8.2-расмга қаранг). Бу масофани $h = \sqrt{b^2 - r^2}$ ифодадан ҳам ҳисоблаб топиш мумкин. Бунда b — маятник узунлиги.

5. Маятникни айланма ҳаракатга келтириб, $t=1$ мин ёки $t=2$ мин вақт ичидаги айланишлар сонини аниқланг (n).
 $T = \frac{t}{n}$ ифодадан айланиш даврини ҳисобланг.

6. (8.7) ифодадан марказга интилма кучни ҳисобланг.

7. Марказга интилма кучни (8.8) формула орқали ҳам ҳисобланг.

8. Маятникни динамометр билан мувозанат вазиятидан r масофага горизонтал четлатиб, марказга интилма кучни бевосита ўлчанг (F_D).

9. Ҳар учала усул билан олинган натижаларни таққослаб, уларнинг бир-бирига яқинлигига ишонч ҳосил қилинг.

10. Маятникнинг b узунлигини, айланиш частотасини ўзгартириб ҳамда шарчани бошқа массали шарча билан алмаштириб, тажрибани такрорланг.

11. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	t , с	r , м	m , кг	b , м	h , м	n	F , Н (11.7)	F , Н (11.8)	F_D , Н

Савол ва топшириқлар

1. Айлана бўйлаб текис ҳаракат деб нимага айтилади?

2. Чизиқли ва бурчакли тезликлар таърифларини айтинг. Улар ўртасидаги боғланиш формуласини келтириб чиқаринг.

3. Айлана бўйлаб текис ҳаракатда тезланишни тунтиринг.

4. Ньютоннинг иккинчи қонунини моддий нуқтанинг айлана бўйлаб ҳаракатига татбиқини айтиб беринг.

5. Узунлиги $b=0,4$ м бўлган ипга боғланган шарча радиуси $r=0,2$ м бўлган айлана бўйлаб горизонтал текисликда айланади. (8.2-расм). Шарча ҳар секундда неча марта айланади?

АДАБИЁТ

1. А. К. Киконн, И. К. Киконн. Физика-9, «Ўқитувчи», 1991, Т., 14—16- §§, 22- §.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 5.3—5.8- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 44—47, 72—79- бетлар.

9. Қия текисликнинг фойдали иш коэффициентини аниқлаш

Машина ёки механизмлар воситасида иш бажарилганда ишқаланиш кучларини енгиш учун энергия сарфланади. Бу энергия машина ёки механизмларнинг турли қисмларини қиздиришга, яъни ички энергиянинг ошишига сарф бўлади. Одатда, ички энергиядан иш бажариш учун фойдаланиш имкони бўлмайди.

Шунинг учун машина ёки механизм ўзига берилаётган энергияни нақадар самарали ишлатишини кўрсатадиган катталиқ — фойдали иш коэффициенти (қисқача ФИК) билан характерланади.

Машина ёки механизмнинг η фойдали иш коэффициенти деб, A_{ϕ} фойдали ишнинг бажарилган A тўлиқ ишга нисбатига айтилади:

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{A}. \quad (9.1)$$

Жисм вертикал бўйича юқорига кўтарилганда бажарилган иш оғирлик кучи P нинг баландлик h га кўпайтирилганига тенг:

$$A_{\phi} = P \cdot h. \quad (9.2)$$

Жисмни узунлиги l бўлган қия текислик бўйлаб йўналган F куч билан текис силжитиб ҳам худди шундай h баландликка чиқариш мумкин. Бунда бажарилган иш

$$A = F \cdot l. \quad (9.3)$$

Ишқаланиш маржуд бўлганда жисмни қия текислик бўйлаб силжитишда бажарилган A иш шу жисмни вертикал бўйича кўтаришда бажарилган A_{ϕ} ишдан катта бўлади:

$$A > A_{\phi},$$

бунда A — тўлиқ иш, A_{ϕ} — фойдали иш.

Шундай қилиб, қия текисликнинг фойдали иш коэффициенти

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{A} = \frac{Ph}{F \cdot l} \quad (9.4)$$

тенглама билан аниқланади, ёки фоизларда

$$\eta = \frac{Ph}{F \cdot l} \cdot 100\%. \quad (9.5)$$

Тажрибада (9.5) формула асосида қия текисликнинг ФИҚи аниқланади.

Ишнинг мақсади: энг содда механизм — қия текисликнинг фойдали иш коэффициентини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: тахта, динамометр, ўлчов лентаси, тахточалар, муфтали ва панжали штатив.

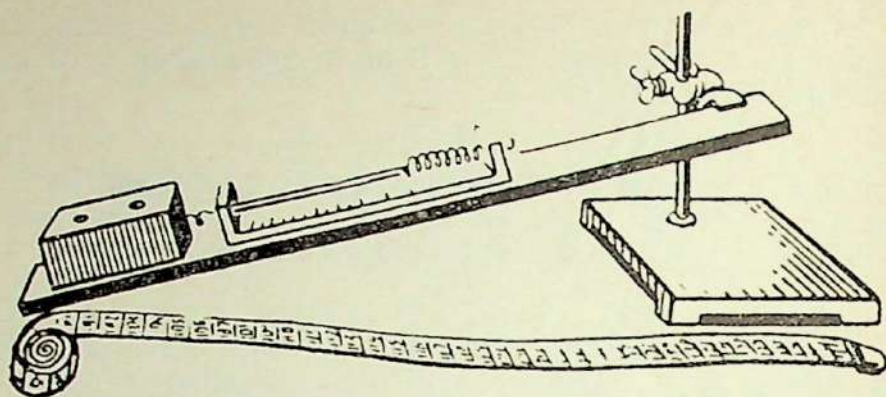
Ишни бажариш тартиби

1. Тахта ва штатив ёрдамида қия текислик ҳосил қилинг (9.1-расм).

2. Қия текисликнинг h баландлигини ва l узунлигини ўлчанг.

3. Динамометр ёрдамида тахточанинг P оғирлигини ўлчанг.

4. Тахточага динамометрни улаб, уни қия текислик бўйлаб юқорига текис тортиб боринг. Динамометр тортиш кучи F ни кўрсатади.



9.1- расм.

5. (9.5) формула ёрдамида қия текисликнинг фойдали иш коэффициентини аниқланг.

6. Тахтача устига оғирлиги маълум бўлган юклар қўйиб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

7. Хатоликни баҳоланг.

8. Фойдали иш коэффициентининг $\eta_{\text{урт}}$ ўртача қийматини, $\Delta \eta$ абсолют хатоликларини, абсолют хатоликларнинг $\Delta \eta_{\text{урт}}$ ўртача қийматини ва $\Delta \eta_{\text{урт}} / \eta_{\text{урт}}$ нисбий хатоликни ҳисобланг.

9. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$P, \text{ Н}$	$h, \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$l, \text{ м}$	$A_{\text{ф}}, \text{ Ж}$	$A_{\text{ж}}, \text{ Ж}$	$\eta, \%$	$\eta_{\text{урт}}, \%$	$\Delta \eta, \%$	$\Delta \eta_{\text{урт}}, \%$	$\frac{\Delta \eta_{\text{урт}}}{\eta_{\text{урт}}}$

10. Натижани $\eta = \eta_{\text{урт}} \pm \Delta \eta_{\text{урт}}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Механик иш деб қандай катталиikka айтилади? Иш қандай бирликларда ўлчанади?

2. Фойдали иш коэффициентини деб нимага айтилади?

3. Қувват ва энергия деб қандай катталикларга айтилади? Уларнинг бирликларини айтинг.

4. Кинетик ва потенциал энергия. Механикада энергиянинг сақланиш қонунини айтинг.

5. Қиялик бурчаги $\alpha = 30^\circ$ бўлган қия текислик бўйлаб бир текисда 10 кг массали юк кўтарилмоқда. Иш-қаланиш коэффициенти $k = 0,1$. Қия текислигининг ФИҚи қандай?

АДАБИЁТ

1. И. К. Киконн, А. К. Киконн. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991. 43—51- §§.

10. Импульсининг сақланиш қонунини текшириш

Жисмнинг $\vec{P}$ импульси (ҳаракат миқдори) деб унинг m массаси билан $\vec{v}$ тезлигининг кўпайтмасига айтилади:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v}. \quad (10.1)$$

Импульс — вектор катталики. Унинг йўналиши тезлик векторининг йўналиши билан бир хилдир. Халқаро бирликлар системасида импульс бирлиги қилиб секундига килограмм-метр (кг·м/с) олинган.

Массаси m_1 ва m_2 бўлган икки жисмнинг тезлиги $\vec{v}_1$ ва $\vec{v}_2$ бўлсин. Бу жисмларнинг ўзаро таъсири (масалан, тўқнашиши) натижасида уларнинг тезлиги $\vec{v}'_1$ ва $\vec{v}'_2$ га тенг бўлиб қолсин. Жисмлар ўзаро таъсирлашганда уларга куч таъсир қилади. Ньютоннинг иккинчи қонунига кўра

$$\vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 = m_1 \frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}_1}{t}. \quad (10.2)$$

Бу ифода биринчи жисмга таъсир қиладиган куч;

$$F_2 = m_2 \frac{\vec{v}'_2 - \vec{v}_2}{t}. \quad (10.3)$$

(10.3) ифода эса иккинчи жисмга таъсир қиладиган куч. Бунда t — ўзаро таъсир вақти. Ньютоннинг учинчи қонунига кўра

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2. \quad (10.4)$$

(10.2) ва (10.3) ни ҳисобга олсак,

$$m_1 \frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}_1}{t} = -m_2 \frac{\vec{v}'_2 - \vec{v}_2}{t}. \quad (10.5)$$

Тенгламани t га кўпайтириб,

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}_2 + m_2 \vec{v}_2$$

ни ҳосил қиламиз. Ёки

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2. \quad (10.6)$$

(10.6) ифода импульснинг сақланиш қонунини тавсифлайди: жисмлар импульсларининг геометрик йиғиндиси улар ўзаро таъсирлашганда ўзгармайди.

Система жисмларига ташқаридан бошқа жисмлар таъсир этмаса, бундай система *ёпиқ система* дейилади. Импульснинг сақланиш қонуни ёпиқ система учун ўринлидир.

Мазкур ишда система жисмларининг ўзаро таъсири шарчаларнинг тўқнашишидан иборат; ўзаро тўқнашган шарчалар бошланғич тезлик билан горизонтал отилган жисм сингари ҳаракат қилади.

Жисм v_1 тезлик билан H баландликдан горизонтал отилган бўлсин. У вертикал йўналишда

$$H = \frac{gt^2}{2} \quad (10.7)$$

масофани ўтади. Жисмнинг ҳаракат вақти (10.7) ифодага кўра

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}. \quad (10.8)$$

Жисм горизонтал йўналишда текис ҳаракат қилади. Бу йўналишда босиб ўтилган йўл

$$s = v_1 \cdot t = v_1 \sqrt{\frac{2H}{g}}. \quad (10.9)$$

Бундан

$$v_1 = \frac{s}{\sqrt{\frac{2H}{g}}} = s \sqrt{\frac{g}{2H}}. \quad (10.10)$$

Жисмнинг вертикал ва горизонтал йўналишларда ўтган H ва S йўллари маълум бўлса, (10.10) ифодадан бошланғич тезликни ҳисоблаш мумкин.

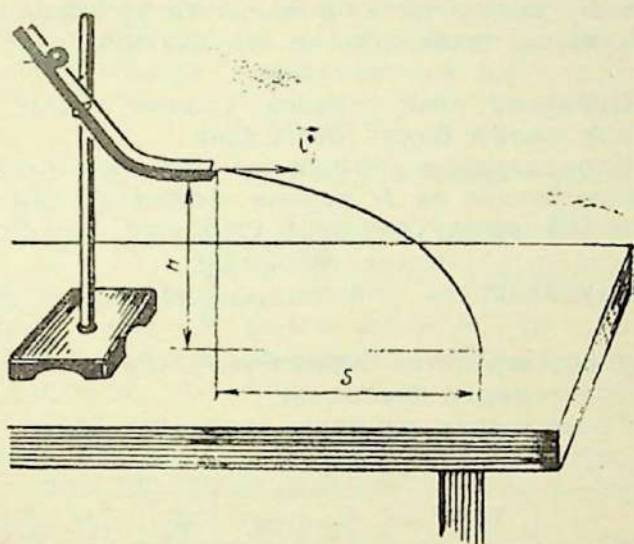
Ишнинг мақсади: импульснинг сақланиш қонунини ўрганиш ва текшириш.

Асбоб ва материаллар: панжаси ва муфтаси бор штатив, диаметрлари бир хил бўлган шарчалар (3—4 та), ўлчов лентаси, оқ қоғозлар, копирка қоғозлар, қалам, учи қайрилган нов, пластилин.

Ишни бажариш тартиби

1. Шарчаларнинг m_i массасини тарозида тортиб ўлчанг. Энг оғир шарчанинг массасини m_1 билан белгиланг.

2. Новни штативга маҳкамланг. Бунда новнинг қайрилган учи горизонтал бўлиши керак (10.1 расм). Нов-



10.1- расм.

нинг стол юзидан баландлиги 80—100 см чамасида бўлсин. Штативни шундай ўрнатингки, новдан қўйиб юборилган шарча стол сиртига тушадиган бўлсин.

3. m_1 массали энг оғир шарчани бирор баландликдан новдан қўйиб юборинг. Шарча тушадиган жойни белгиланг. Шу жойга оқ қоғоз қўйиб, унинг устидан копирка (қора) қоғоз қўйинг. Шарчани ўша баландликдан қайтадан қўйиб юборинг.

4. Шарча копирка қоғозга тушиб, оқ қоғозда из қолдиради. Шарча тушган жойни қалам билан белгиланг.

5. Новнинг остида стол устига оқ қоғоз ва унинг устига копирка қоғоз қўйинг. Шарчани новнинг гори-

зонтал учи ёнидан қўйиб юборинг. Шарча кофирка қозғача эркин тушиб, оқ қоғозда из қолдиради.

6. Ўлчов лентаси ёрдамида шарчанинг вертикал йўналишда ўтган H йўли (нов билан нов остидаги из орасидаги масофа), шунингдек, горизонтал йўналишда ўтган s йўли (стол сиртидаги излар орасидаги масофа)ни ўлчанг.

7. (10.10) ифода орқали шарчанинг новдан узилиш олдидаги тезлигини ҳисобланг.

8. Иккинчи шарчани новнинг горизонтал қисми охирига қўйинг. Унинг бошланғич v_2 тезлиги нолга тенг.

9. Биринчи шарчани дастлабки баландликдан қўйиб юборинг. Бу шарча иккинчи шарчага урилади ва шарчалар v_1 ва v_2 тезлик билан ҳаракатини давом эттиради.

10. Шарчалар стол сиртига тушгач, улар тушган нуқталарни қалам билан белгиланг.

11. Шарчаларнинг горизонтал йўналиш бўйлаб ўтган йўлини ўлчанг ва H тушиш баландлигини билган ҳолда (10.10) ифода ёрдамида уларнинг урилишдан кейинги v_1 ва v_2 тезлигини ҳисобланг.

12. Шарчаларнинг урилиш олдида ва урилгандан кейинги $P_1 = mv_1$, $P_2 = mv_2 = 0$ ва $P'_1 = m_1v'_1$, $P'_2 = m_2v'_2$ импульсларини, шу билан бирга $P = P_1 + P_2$ ва $P' = P'_1 + P'_2$ тўлиқ импульсларни ҳисобланг.

13. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	m_1 , кг	m_2 , кг	v_1 , м/с	v_2 , м/с	v'_1 , м/с	v'_2 , м/с	P_1 , кг·м/с	P_2 , кг·м/с	P'_1 , кг·м/с	P'_2 , кг·м/с	P , кг·м/с	P' , кг·м/с

14. (10.6) тенглама (импульснинг сақланиш қонуни) ўринли эканига ишонч ҳосил қилинг.

15. Иккинчи шарчани ўзгартириб, тажрибани 2 марта такрорланг.

16. Тажрибани иккинчи шарчага пластилин ёпиштириб қўйилган ҳолда ҳам такрорланг. Бунда шарлар тўқнашгач, биргаликда ҳаракат қилади.

Савол ва топшириқлар

1. Импульс деб нимага айтилади? У қандай бирликлар билан ўлчанади?
2. Ньютоннинг учинчи қонунини таърифлаб беринг.
3. Импульснинг сақланиш қонунини келтириб чиқаринг.
4. Сақланиш қонунларининг аҳамияти тўғрисида гапириб беринг.
5. 12 м/с тезлик билан учиб бораётган снаряд портлаб, массаси 0,8 ва 0,4 кг бўлакларга парчаланган. Кичик парчанинг тезлиги 1 м/с га тенг бўлса, катта парчанинг тезлигини аниқланг. Парчалар снаряд ҳаракат қилган чизиқ бўйлаб ҳаракатланади деб ҳисобланг.

АДАБИЕТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 32-, 33-, 40—42- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 3.3—3.6, 3.10—3.12, 5.1- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 65—69- бетлар.

11. Ричагнинг мувозанатда бўлиш шартини ўрганиш

О айланиш ўқиға эға бўлған жисм берилған бўлсин. Жисмға қўйилған ҳар қандай куч ҳам уни О ўқ атрофида айланма ҳаракатға келтира оладими?

Тажрибалар кўрсатадики, қўзғалмас айланиш ўқиға эға бўлған жисмини бу ўққа параллел бўлмаған ва уни кесиб ўтмайдиган кучларғина айланма ҳаракатға келтира олади.

Айланиш ўқидан кучнинг таъсир чизиғиғача бўлған масофа *куч елкаси* дейилади.

Сон қиймати жиҳатидан F кучнинг унинг d елкасига кўпайтмасиға тенг бўлған физик катталиқ F кучнинг О ўққа нисбатан M моменти дейилади:

$$M = |\vec{F}| \cdot d. \quad (11.1)$$

Бу катталиқ айлантирувчи момент ҳам дейилади. Кучнинг жисмини айлантириш таъсири айлантирувчи момент билан ифодаланади.

СИ системасида айлантирувчи момент бирлиги қилиб, таъсир чизиғи айланиш ўқидан 1 м масофада бўлған

1 Н кучнинг моментини олинади. Бу бирлик Ньютон-метр (Н·м) деб аталади.

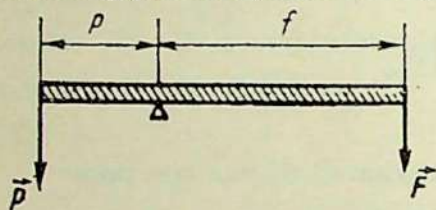
Жисмни соат стрелкаси йўналишида айлантирувчи куч моментларининг ишораси мусбат, соат стрелкасига тескари айлантирувчи куч моментларининг ишораси манфий деб олинади.

Айланиш ўқиға эға бўлган жисмға қўйилган кучларнинг бу ўққа нисбатан олинган моментларининг алгебраик йиғиндиси нолға тенг, яъни

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0 \quad (11.2)$$

бўлса, бу жисм мувозанатда бўлишини кўрсатиш мумкин (моментлар қондаси).

Ўққа маҳкамланган қаттиқ стержень *ричаг* дейилади (11.1-расм). Кучларнинг қўйилиш нуқталаридан айланиш ўқиғача бўлган масофалар ричагнинг елкалари



11.1-расм.

дейилади. Моментлар қондасидан ричагнинг мувозанатда бўлиш шарти келиб чиқади. Ричагнинг мувозанатда бўлиш учун уни ўқ атрофида қарама-қарши томонларга айлантирувчи кучлар моментлари сон қийматлари тенг бўлиши керак:

$$|\vec{P}|p = |\vec{F}|f. \quad (11.3)$$

Тажрибада (11.3) ифодаға ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Ишнинг мақсади: моментлар қондаси билан танишиш; ричагнинг мувозанатда бўлиш шартини ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: ўлчов чизғичи, динамометр, юклар тўплами, муфтали штатив, ричаг.

Ишни бажариш тартиби

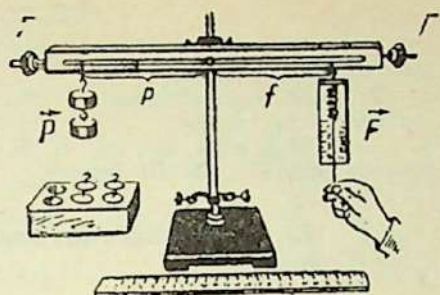
1. Ричагни штативға ўрнатинг ва ричаг учларида жойлашган ГГ сурилма гайкалар ёрдамида уни горизонтал вазиятға келтиринг (11.2-расм).

2. Ричагнинг бир елкасидаги бирор нуқтаға юк осинг.

3. Ричагнинг иккинчи елкасига динамометр илин-тириб (11.2- расмга қаранг), ричагни мувозанатга келти-риш учун унга қўйилиши лозим бўлган $\vec{F}$ кучни аниқ-ланг.

4. Ричаг елкалари узун-лигини чизғич билан ўлчанг.

5. Юкнинг $\vec{P}$ оғирлиги-ни динамометр ёрдамида аниқланг.



11.2- расм.

6. $\vec{F}$ ва $\vec{P}$ кучлар моментларининг абсолют қийматини (11.1) формула ёрдамида ҳисобланг.

7. Топилган миқдорларни жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	P , м	f , м	$ \vec{P} $, Н	$ \vec{F} $, Н	$ \vec{P} \cdot p$ Н·м	$ \vec{F} \cdot f$ Н·м

8. $\vec{F}$ ва $\vec{P}$ кучларнинг моментларини таққосланг ва (11.3) тенглама нинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг.

9. Ричакка осиладиган юклар сонини, уларнинг қў-йилиш нуқталарини ва ричаг елкаларини ўзгартириб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

Савол ва топшириқлар

1. Куч елкаси нима?

2. Куч momenti нима? У қандай бирликларда ўлча-нади?

3. Айланиш ўқига эга бўлган жисмнинг мувозанат шартини айтиб беринг.

4. Ричаг ва унинг мувозанат шарти ҳақида гапириб беринг.

5. Ричагнинг чап томонига 0,2 кг ва 0,1 кг юк қўйил-ган, ўнг томонига эса 0,4 кг ва 0,2 кг тошлар осилган. Елкалар мос равишда 6, 8, 3 ва 4 см. Ричаг мувозанат ҳолатида бўладими?

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Уқитувчи», Т., 1991, (59—172- бетлар).
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 1.7—1.9- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 48—57- бетлар.

12. Ясси пластинканинг оғирлик марказини аниқлаш

Ҳар бир жисм учун уни тезланувчан илгариланма ҳаракатга келтирувчи кучларнинг таъсир йўналишлари кесишадиган битта нуқта мавжуд. Бу нуқта *массалар маркази* деб аталади.

Тажрибанинг кўрсатишича, массалар марказининг вазияти жисмнинг массаси унинг ҳажми бўйича қандай тақсимланганлиги билан белгиланади.

Жисм битта ёки бир нечта куч таъсирида илгариланма ҳаракат қилганда бу битта куч ёки барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси жисмнинг массалари марказидан ўтади. Шунинг учун ҳам массалар марказининг вазиятини билиш муҳимдир. Бу ҳолда жисмнинг массалари маркази гўё жисмнинг бутун массаси тўпланган ва жисмга таъсир этувчи кучлар қўйилган битта нуқта каби ҳаракатланади. Жисмнинг ҳаракатини текшириш ўрнига биз жисмнинг массалари маркази бўлган моддий нуқтанинг ҳаракатини текшираемиз.

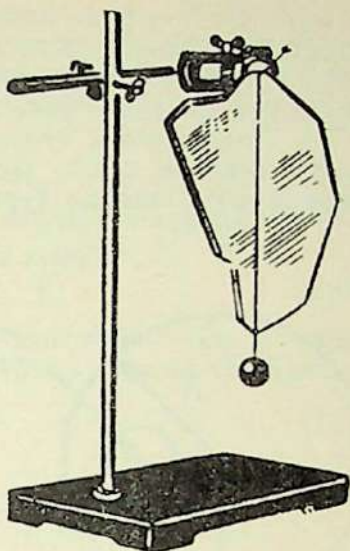
Айланма ҳаракатга келтирилмаган жисмнинг оғирлик кучи таъсирида қиладиган ҳаракати илгариланма ҳаракатнинг хусусий ҳолидир. Лекин оғирлик кучи жисмнинг ҳамма нуқталарига таъсир қилади. Бу эса оғирлик кучларининг тенг таъсир этувчиси жисмнинг массалар марказидан ўтишини билдиради. Шунинг учун кўпинча *жисмнинг массалари маркази жисмнинг оғирлик маркази* деб ҳам аталади.

Жисмлар системасининг оғирлик марказини аниқлашда, одатда, системага таъсир қилувчи кучларнинг оғирлик маркази орқали ўтган ўққа нисбатан моментларини қараб чиқиш лозим. Оғирлик кучларининг бу ўққа нисбатан моментлари йиғиндисининг нолга тенглиги оғирлик маркази вазиятини аниқловчи масофа учун тенгламани беради.

Агар ясси пластинка бирор нуқтасидан осилса, осилиш нуқтаси орқали ўтказилган вертикал чизиқ плас-

тинканинг оғирлик марказидан ўтади (12.1-расм). Бу ҳол ясси пластинканинг оғирлик марказини тажририбада топишга имкон беради. Бунинг учун пластинкани бирор нуқтасидан осиб, унда осилиш нуқтасидан ўтадиган вертикал тўғри чизиқ чизиш керак. Сўнгра пластинкани бошқа нуқтасидан осиб қўйиб, яна шундай вертикал тўғри чизиқ чизиш лозим. Чизилган тўғри чизиқларнинг кесишиш нуқтаси пластинканинг оғирлик марказидир.

Ишнинг мақсади: массалар маркази ва оғирлик маркази билан танишиш. Текис пластинканинг оғирлик марказини аниқлашни ўрганиш.



12.1- расм.

Асбоб ва материаллар: чизғич, ихтиёрый шаклга эга бўлган текис пластинка, шовун, тўғнағич, панжаси ва муфтаси бор штатив, пўкак, оқ варақ, елим.

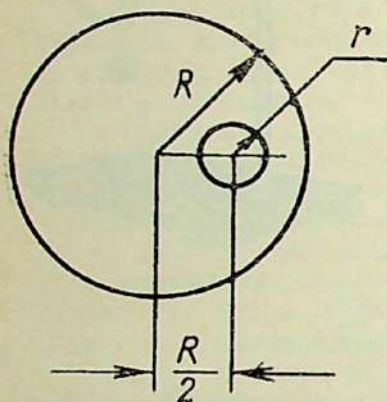
Ишни бажариш тартиби

1. Штатив панжасига пўкакни горизонтал вазиятда қистириб қўйинг.
2. Юпқа оқ варақни текис пластинка шаклида қирқинг ва уни уч жойидан пластинкага елим билан ёпиштиринг.
3. Пластинка ва шовунни тўғнағич ёрдамида пўкака осинг.
4. Шовун ипи чизигини варақнинг юқориги ва пастки четларига ўткир очилган қалам билан белгиланг.
5. Пластинкани олиб, варақда белгиланган нуқталарни туташтирувчи тўғри чизиқ ўтказинг.
6. Пластинкани бошқа нуқтасидан осиб, тажрибани такрорланг.
7. Ўтказилган тўғри чизиқларнинг кесишиш нуқтаси пластинканинг оғирлик маркази эканига ишонч ҳосил

қилинг. Бунинг учун пластинкани учинчи нуқтадан осиб, тажрибани такрорланг. Учинчи осилиш нуқтаси орқали ўтган вертикал тўғри чизик аввалги икки тўғри чизик кесишган нуқтадан ўтиши керак.

8. Пластинкани оғирлик марказидан тўғнағич ёрдамида пўкакка осинг. Бунда пластинка ҳар қандай вазиятда мувозанатда туришига ишонч ҳосил қилинг.

Савол ва топшириқлар



12.2- расм.

1. Массалар маркази нима?

2. Оғирлик маркази билан массалар маркази бир эканини тушунтириб беринг.

3. Жисмлар системасининг оғирлик маркази қандай аниқланади?

4. R радиусли бир жинсли дискдан $r < R/2$ радиусли диск кесиб олинган. Кесик маркази дискнинг марказидан $R/2$ масофада жойлашган. Дискнинг оғирлик маркази вазиятини аниқланг (12.2-расм).

АДАБИЕТ

1. И. К. Киконин, А. Қ. Киконин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 39- §.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 1.12- §.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 71- бет.

13. Қаттиқ ва суюқ жисмлар зичлигини гидростатик тортиш усули билан аниқлаш

Модда m массасининг унинг V ҳажмига нисбатига тенг катталиқ модданинг зичлиги дейилади (5- ишнинг назарий қисмига қаранг):

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (13.1)$$

бунда ρ — модданинг зичлиги.

Қаттиқ жисм зичлигини гидростатик тортиш усули билан аниқлашда жисмнинг ҳаводаги P_1 оғирлиги аниқланади. Кейин жисм сувда тортилиб, унинг сувдаги P_2 оғирлиги аниқланади. Бунда

$$P_0 = P_1 - P_2, \quad (13.2)$$

Архимед кучи, яъни жисм сиқиб чиқарган сувнинг оғирлиги. Иккинчи томондан

$$P_0 = \rho_0 V_0 \cdot g, \quad (13.3)$$

ρ_0 — сувнинг зичлиги, V_0 — жисмнинг ёки у сиқиб чиқарган сувнинг ҳажми, g — эркин тушиш тезланиши:

$$V_0 = \frac{M_1}{\rho}, \quad (13.4)$$

M_1 — жисмнинг массаси ρ — жисмнинг изланаётган зичлиги. (13.2), (13.3), (13.4) ни ҳисобга олиб

$$P_1 - P_2 = \rho_0 \frac{M_1}{\rho} g. \quad (13.5)$$

Бундан

$$\rho = \frac{\rho_0 M_1 g}{P_1 - P_2} = \frac{\rho_0 P_1}{P_1 - P_2}. \quad (13.6)$$

(13.6) ифодани қўйидагича ҳам ёзиш мумкин:

$$\rho = \frac{\rho_0 M_1}{M_1 - M_2}, \quad (13.7)$$

бунда M_1 — жисмнинг массаси, M_2 — жисмни сувда тортишда мувозанатловчи тошлар массаси.

Суюқлик зичлигини гидростатик тортиш усули билан аниқлашда ρ_k зичлиги маълум бўлган бирор қаттиқ жисмнинг сувдаги P_1 оғирлиги аниқланади. Жисм сувда тортилганда мувозанат шарти қўйидагича ёзилади:

$$P - P_1 = P_c, \quad (13.8)$$

бу ерда P_c — жисм сиқиб чиқарган сувнинг оғирлиги, P — жисмнинг ҳаводаги оғирлиги. (13.1) га қўра қўйидагиларни ёзиш мумкин:

$$P = \rho_k V_0 \cdot g; \quad (13.9)$$

$$P_c = \rho_c V_c \cdot g, \quad (13.10)$$

бунда V_c — жисмнинг ёки у сиқиб чиқарган сувнинг ҳажми. (13.9) ва (13.10) ни ҳисобга олиб, (13.8) ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$P_1 = V_c \cdot g (\rho_k - \rho_c). \quad (13.11)$$

Энди шу жисмнинг текширилувчи суюқликдаги оғирлиги P_2 аниқланади. Бунда мувозанат шарти

$$P - P_2 = P_T. \quad (13.12)$$

P_T — жисм сиқиб чиқарган суюқлик оғирлиги.

$$P = \rho_k V_T \cdot g = \rho_k V_c \cdot g, \quad (13.13)$$

$$P_T = \rho_T V_T g = \rho_T V_c \cdot g \quad (13.14)$$

экани равшан. Бунда ρ_T — текширилувчи суюқлик зичлиги. (13.13) ва (13.14) ни ҳисобга олиб, (13.12) ни қуйидагича ёзамиз:

$$P_2 = V_c \cdot g (\rho_k - \rho_T). \quad (13.15)$$

(13.15) ни (13.11) га бўлсак,

$$\frac{\rho_k - \rho_T}{\rho_k - \rho_c} = \frac{P_2}{P_1} \quad (13.16)$$

ни ҳосил қиламиз. Бундан

$$\rho_k - \rho_T = (\rho_k - \rho_c) \frac{P_2}{P_1}$$

ёки

$$\rho_T = (\rho_c - \rho_k) \frac{P_2}{P_1} + \rho_k. \quad (13.17)$$

(13.17) ифодани қуйидагича ҳам ёзиш мумкин:

$$\rho_T = (\rho_c - \rho_k) \frac{M_2}{M_1} + \rho_k, \quad (13.18)$$

бунда M_1 , M_2 — қаттиқ жисмни сувда ва текширилаётган суюқликда тортгандаги мувозанатловчи тошларнинг массалари.

Ишнинг мақсади: қаттиқ ва суюқ жисмларнинг зичлигини гидростатик тортиш усули билан аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: динамометр, текшириладиган қаттиқ жисмлар, тоза сувли идиш, текшириладиган суюқ жисмлар, цилиндр шаклидаги қаттиқ жисм, ингичка ип ва сим.

Ишни бажариш тартиби

А. Қаттиқ жисмларнинг зичлигини аниқлаш.

1. Текширилувчи жисмни ингичка ип ёки симга боғлаб, динамометрга илинг ва унинг ҳаводаги P_1 оғирлигини ўлчаг.

2. Жисмни сувга туширинг ва унинг сувдаги P_2 оғирлигини аниқланг.

3. (13.6) ифода орқали текшириладиган жисмнинг ρ зичлигини ҳисобланг:

$$\rho = \frac{P_1}{P_1 - P_2} \cdot \rho_0,$$

бунда ρ_0 — сувнинг зичлиги.

4. Бошқа жисмлар билан тажрибани 3—4 марта такрорланг.

5. Тажриба натижаларини жадвалда келтирилган қийматлар билан таққосланг.

6. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	P_1 , Н	P_2 , Н	ρ_0 , кг/м ³	ρ , кг/м ³	$\rho_{\text{жадвал}}$, кг/м ³

Б. Суюқликларнинг зичлигини аниқлаш.

1. ρ_k зичлиги маълум бўлган бирор қаттиқ жисмнинг сувдаги P_1 оғирлигини динамометр ёрдамида аниқланг.

2. Шу жисмнинг текшириладиган суюқликдаги P_2 оғирлигини ўлчаг.

3. (13.17) формула орқали текшириладиган суюқликнинг зичлигини ҳисобланг.

4. Бошқа суюқликлар билан тажрибани 3—4 марта такрорланг.

5. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

Тажриба номери	P_1 , Н	P_2 , Н	ρ_c , кг/м ³	ρ_k , кг/м ³	ρ_t , кг/м ³

Савол ва топшириқлар

1. Зичлик деб нимага айтилади?
2. Нима учун қаттиқ жисмларнинг суюқликдаги оғирлиги ҳаводаги оғирлигидан кичик бўлади?
3. Архимед кучини келтириб чиқаринг.
4. Архимед қонунини айтиб беринг.
5. Ҳаводаги оғирлиги $P_0 = 2,8$ Н, сувдаги оғирлиги $P_1 = 1,69$ Н бўлган бир жинсли жисмнинг ρ зичлигини аниқланг. Ҳавонинг кўтарувчи кучини ҳисобга олманг.

АДАБИЁТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика -9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 19—21- §§.
2. А. В. Пёришкин, Н. А. Родина. Физика-7, «Ўқитувчи», Т., 1990, 48—52- §§.
3. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 3.2, 3.4, 3.7—3.9, 7.8—7.10- §§.
4. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 60—65, 71—72, 112—116- бетлар.

14. Жисмларнинг суюқликда сузиш шартларини аниқлаш

Суюқлик ёки газ ичидаги жисмга уни суюқликдан (ёки газдан) итариб чиқарувчи куч таъсир қилади. Итариб чиқарувчи куч жисмнинг устки ва остки ёқларига таъсир қилувчи босим кучлари бир хил эмаслиги учун пайдо бўлади.

Ҳисоблашлар суюқлик (ёки газ) га ботирилган жисмларни итариб чиқарувчи $\vec{F}$ кучнинг катталиги

$$F = \rho g V \quad (14.1)$$

га тенг эканини кўрсатади. Бунда ρ — суюқлик зичлиги; g — эркин тушиш тезланиши; V — жисмнинг ёки у сиқиб чиқарган суюқликнинг ҳажми. (14.1) формула Архимед қонунини ифодалайди: *суюқлик (ёки газ) ичига ботирилган жисм, ўзи сиқиб чиқарган суюқлик (ёки газ) оғирлигига тенг бўлган куч билан юқорига томон итарилади.*

Архимед қонунидан жисмларнинг суюқликда сузиш шартлари келиб чиқади.

Суюқлик ичидаги жисмга вертикал пастга йўналган $\vec{P}$ оғирлик куч ва вертикал юқорига йўналган $\vec{F}$ Архимед кучи таъсир қилади.

1. Агар жисмнинг оғирлиги Архимед кучидан катта, яъни $P > F$ бўлса, жисм суюқлик тубига чўкади.

2. Агар жисм оғирлиги Архимед кучига тенг, яъни $P = F$ бўлса, жисм суюқликда исталган вазиятда фарқсиз мувозанатда бўлади.

3. Агар жисм оғирлиги Архимед кучидан кичик, яъни $P < F$ бўлса, жисм суюқлик ичидан қалқиб чиқади. Бунда жисмнинг оғирлиги унинг суюқлик ичидаги қисми сиқиб чиқарган суюқлик оғирлигига тенг бўлгунча юқорига ҳаракат қилади.

Ишнинг мақсади: Архимед қонуни ва Архимед кучи билан танишиш. Жисмларнинг суюқликда сузиш шартларини ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тарози ва тарози тошлари, мензурка, резина тиқинли пробирка — сузгич, симдан ясалган илмоқ, қуруқ қум, фильтр қоғоз.

Ишни бажариш тартиби

1. Мензуркага сув солиб, унинг V_1 сатҳи (ҳажми) ни белгилаб қўйинг.

2. Пробиркага озроқ қум солинг. Уни тиқин билан беркитинг ва сувли мензуркага туширинг. Пробиркага солинган қум миқдори шундай бўлсинки, унинг бир қисми сувдан чиқиб, вертикал вазиятда сузиб юрадиган бўлсин.

3. Мензуркадаги сувнинг пробирка туширилгандан кейинги V_2 ҳажмини аниқланг. $V = V_2 - V_1$ ифодадан жисм сиқиб чиқарган сув ҳажмини аниқланг.

4. (14.1) ифодадан жисмни суюқликдан итариб чиқарувчи кучни ҳисобланг.

5. Пробиркани сувдан чиқариб, уни фильтр қоғоз билан артинг. Қумли пробирканинг m массасини тарозида тартиб аниқланг. Унинг P оғирлигини $P = mg$ ифодадан аниқланг.

6. Пробиркага яна бир оз қум солинг. Итариб чиқарувчи кучни ва пробирка оғирлигини қайтадан аниқланг.

7. Тиқин билан беркитилган пробирка сувга солинганда чўкиб кетадиган бўлгунга қадар пробиркага қум солишда давом этиб, бир неча марта тажрибани такрорланг.

8. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$V_1, \text{м}^3$	$V_2, \text{м}^3$	$V, \text{м}^3$	$F, \text{Н}$	$P, \text{Н}$	Пробирка вазияти

9. Пробирка вазиятининг унинг оғирлигига ва у сиқиб чиқарган сув оғирлигига боғлиқлигини тушунтиринг.

Савол ва топшириқлар

1. Суюқликка ботирилган жисмга итариб чиқарувчи куч таъсир қилишига сабаб нима?
2. Суюқликка ботирилган жисмга таъсир қилувчи итариб чиқарувчи кучнинг катталигини ҳисобланг.
3. Архимед қонунини айтиб беринг.
4. Жисмларнинг суюқликда сузиш шартларини айтиб беринг.
5. Қалинлиги бир хил бўлган муз бўлаги сувда сузиб юрибди. Бунда музнинг $h = 2$ см қалинликдаги қисми сувдан ташқарида. Агар муз бўлаги асосининг юзи $S = 200 \text{ см}^2$ га тенг бўлса, муз бўлагининг оғирлиги нимага тенг? Музнинг зичлиги $\rho = 0,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

АДАБИЁТ

1. А. В. Пёришкин, Н. А. Родина. Физика-7, «Ўқитувчи», Т., 1990, 33—52- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 7.8—7.9- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 112—116- бетлар.

II. МОЛЕКУЛЯР ФИЗИКА

1. Ҳавонинг моляр массасини аниқлаш

Маълумки, идеал газнинг p босими, V ҳажми ва T абсолют ҳарорати унинг ҳолатини характерловчи катталиклардир. Бу катталикларни бир-бирига боғлайдиган тенглама газ ҳолати тенгламаси деб аталади.

Тажриба, маълум m массали газ параметрлари қуйидаги тенглама билан боғланганлигини кўрсатади:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT, \quad (1.1)$$

бунда μ — газнинг моляр массаси,

$R = 8,31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ — газнинг универсал доимийси.

(1.1) тенглама Менделеев-Клапейрон тенгламаси деб аталади. Бирор идишдаги газнинг ҳолати учун (1.1) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзайлик:

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT. \quad (1.2)$$

Газ ҳароратини ўзгартирмаган ҳолда идишдаги газни сийраклаштиришга эришамиз. У ҳолда газнинг кейинги ҳолати

$$p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT \quad (1.3)$$

тенглама билан тавсифланади.

(1.3) дан (1.2) ни айтириб, ҳосил бўлган тенгламани μ га нисбатан ечсак,

$$\mu = \frac{(m_2 - m_1) RT}{(p_2 - p_1) V} \quad (1.4)$$

ни оламиз.

Ишнинг мақсади: Менделеев — Клапейрон тенгламасини ҳавонинг моляр массасини аниқлашга қўллаш.

Асбоб ва материаллар: шар шаклидаги шиша идиш (ҳимоя филофида), манометр, насос, тарози ва тарози тошлари, уловчи шланглар, қисқичлар, термометр.

Ишни бажариш тартиби

1. Идишга насос ва манометрни уланг. Насос ёрдамида идишдаги ҳавони мумкин қадар сийраклаштиринг.

2. Манометрнинг p_1 кўрсатишини ёзиб олинг.

3. Манометр ва насос шлангларини қисқич билан беркитинг. Шарнинг m_1 массасини тарозида тортиб ўлчанг.

4. Тахминан $p_2 \approx 1,5 \cdot 10^5$ Па босимгача идишга насос ёрдамида ҳаво қаманг. p_2 босимни ўлчанг.

5. Идишни яна тарозида тортиб, унинг m_2 массасини аниқланг.

6. Термометр ёрдамида ҳавонинг t ҳароратини $^{\circ}\text{C}$ да ўлчанг ва уни T абсолют ҳароратга ўтказинг.

7. Идишнинг V ҳажмини асбоб паспортидан олинг ёки шар диаметри d ни ўлчаган ҳолда

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

ифода ёрдамида ҳисобланг.

8. Ҳавонинг моляр массасини (1.4) ифода ёрдамида ҳисобланг.

9. Тажрибани 3—4 марта такрорланг ва хатоликни баҳоланг.

10. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	P_1 , Па	m_1 , кг	P_2 , Па	m_2 , кг	t , $^{\circ}\text{C}$	T , К	V , м^3	μ , кг/моль	$\bar{\mu}$	$\Delta\mu$	$\Delta\bar{\mu}$	$\frac{\Delta\bar{\mu}}{\bar{\mu}} \cdot 100\%$

11. Натижани $\mu = \bar{\mu} \pm \Delta\bar{\mu}$ кўринишда ёзиб қўйинг.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай газ идеал газ деб аталади?

2. Газ параметрларини ва уларнинг ўлчов birlikларини айтинг.

3. Менделеев — Клапейрон тенгламасини ёзиб беринг.

4. Моддаларнинг моляр массаси нима?

5. Радиуси $r_1 = 2$ см бўлган юпқа резина шар $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ ҳароратда ҳаво билан $p_0 = 1,9 \times 10^5$ Па босим остида тўлдирилган. Агар шарни ҳарорати $t_2 = 4^{\circ}\text{C}$ ли сувга $h = 20$ м чуқурликка туширилса, унинг r_2 радиуси қандай бўлади?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Тошкент, 1991, 1—2-§§, 9—13-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 11.1—11.7-§§.

2. Газ ҳолати тенгламасини симобли манометр ёрдамида текшириш

Маълумки, газнинг p босими, V ҳажми ва T ҳарорати унинг ҳолатини характерловчи катталиклардир. Бу катталикларни бир-бирига боғлайдиган тенглама *газ ҳолати тенгламаси* дейилади.

Тажрибанинг кўрсатишича, маълум массали газ босими билан ҳажми кўпайтмасининг абсолют ҳароратга нисбати ўзгармас миқдордир:

$$\frac{pV}{T} = \text{const.} \quad (2.1)$$

(2.1) тенглама Клапейрон тенгламаси (газ ҳолати тенгламаси) деб аталади.

Ишнинг мақсади: газ ҳолати тенгламасини текшириш.

Асбоб ва материаллар: симобли манометр, термометр, совуқ ва иссиқ сув қуйилган идишлар, барометр.

Ишни бажариш тартиби

1. Симобли манометрни идишдаги совуқ сувга ботиринг.

2. Сувнинг t ҳароратини ўлчанг ва бу ҳароратнинг абсолют шкаладаги қийматини $T = t + 273^\circ\text{C}$ формула ёрдамида ҳисоблаб топинг.

3. Манометрнинг ёпиқ тирсагидаги ҳавонинг V ҳажмини (манометр шкаласининг бўлимларига қараб шартли бирликларда) ўлчанг.

4. Атмосферанинг p_0 босимини барометр билан ўлчанг.

5. Манометр тирсакларидаги симоб сатҳлари босимининг фарқини ўлчанг.

6. Манометрнинг ёпиқ тирсагидаги ҳаво босимини топинг. Бунинг учун p_0 атмосфера босимига симоб сатҳлари фарқига тўғри келадиган p_c босимни қўшинг: $p = p_0 + p_c$.

7. Ҳаво ҳажми билан босими кўпайтмасининг абсолют ҳароратга нисбатини топинг.

8. Сувнинг ҳароратини ўзгартирган ҳолда тажрибани 3—4 марта такрорланг.

9. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$t, ^\circ\text{C}$	T, K	V , шаргли бирл., ҳисобида	P , мм сим. уст.	P_0 , мм сим. уст.	ME , сим. уст.	$\frac{pV}{T}$

10. Олинган натижаларни таққослаб кўриб, Клапейрон тенгламасининг тўғри эканлигига ишонч ҳосил қилинг.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай газ идеал газ деб айтилади?
2. Бойль — Мариотт ва Гей-Люссак қонунини айтинг ҳамда уларнинг графигини чизинг.
3. Газ ҳолатини характерлайдиган параметрларни айтинг.
4. Клапейрон тенгламасини ёзиб беринг.
5. Шарль қонунини Клапейрон тенгламасидан келтириб чиқаринг.
6. Ички ёнув двигатели цилиндрида сиқилиш тактигача босим $0,80 \times 10^5$ Па, ҳарорат эса 50°C бўлган. Сиқилиш такти охирида аралашманинг ҳажми 5 марта камайиб, босими эса $7,0 \cdot 10^5$ Па гача ортган. Аралашманинг ҳароратини аниқланг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 13—14- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 11.1—11.7- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 165—174- бетлар.

3. Қаттиқ жисмларнинг солиштирма иссиқлик сифимини калориметрик усул билан аниқлаш

Жисмларнинг ички энергияси икки усул: 1) механик иш бажариш ва 2) жисмга бирор миқдор иссиқлик бериш билан ўзгартирилиши мумкин. Жисм ҳолати иш бажарилмасдан ўзгартирилган ҳолда жисмга бирор

миқдор иссиқлик берилди дейилади. Иссиқлик миқдори механик иш каби жоулларда ўлчанади.

Тажрибанинг кўрсатишича, бирор жисмни t_1 ҳароратдан t_2 ҳароратгача иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори жисмнинг m массасига, $t_2 - t_1$ ҳарорат фарқига ва жисм моддасининг хусусиятларига боғлиқ:

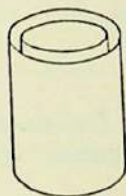
$$Q = cm(t_2 - t_1). \quad (3.1)$$

Бунда c — пропорционаллик коэффиценти модданинг *солиштира иссиқлик сифими* дейилади. (3.1) дан

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}. \quad (3.2)$$

$m = 1$ кг ва $t_2 - t_1 = 1^\circ\text{C}$ бўлганда $c = Q$ ни оламиз. Бундан солиштира иссиқлик сифимининг физик маъноси келиб чиқади: сон қиймати жиҳатидан солиштира иссиқлик сифими модданинг бирлик массасини 1°C га иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдoriga тенгдир. Солиштира иссиқлик сифими бирлиги $\text{Ж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$.

Стакан шаклида ишланган юпқа деворли металл идиш оламиз. Бу идишни каттароқ идиш ичига пўкак устига қўямиз. Иккала идишнинг устидан қопқоқ билан беркитамиз (3.1-расм). Мана шу қурилма *калориметр* дейилади. Шундай қурилмада ташқи муҳит билан иссиқлик алмашинуви жуда кам бўлади.



3.1-расм.

Калориметрга массаси m_1 ва ҳарароти t_1 бўлган сув қуйилган бўлсин. Сувга t_2 ҳароратли ($t_2 > t_1$) бирор жисм бўлагини соламиз. Калориметр ичида иссиқлик алмашинуви рўй беради: сув исийди, жисм совийди. Бирор вақт ўтгандан кейин иссиқлик мувозанати қарор топади. Сув билан жисмнинг ҳароратлари тенглашиб, t га тенг бўлиб қолади. Бунда $t_1 < t < t_2$. Сувнинг олган иссиқлик миқдори:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1). \quad (3.3)$$

Бунда c_1 — сувнинг солиштира иссиқлик сифими, m_1 — сувнинг массаси ($Q_1 > 0$). Калориметрнинг ички идиши олган иссиқлик миқдори

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1). \quad (3.4)$$

Бунда c_2 — калориметр ички идиши моддасининг со-

лиштирма иссиқлик сифими, m_2 — унинг массаси ($Q_2 > 0$). Жисм берган иссиқлик миқдори

$$Q_3 = c_3 m_3 (t - t_2). \quad (3.5)$$

Бунда c_3 — жисмнинг солиштирма иссиқлик сифими, m_3 — жисмнинг массаси ($Q_3 < 0$).

Энергиянинг сақланиш қонунига кўра қуйидаги тенглик ўринли бўлади:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0, \quad (3.6)$$

ёки

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) + c_3 m_3 (t - t_2) = 0. \quad (3.7)$$

(3.7) тенглама *иссиқлик баланси тенгламаси* деб аталади. (3.7) ифодага кўра жисмнинг солиштирма иссиқлик сифими

$$c_3 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1)}{m_3 (t_2 - t)}$$

ёки

$$c_3 = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) (t - t_1)}{m_3 (t_2 - t)}. \quad (3.8)$$

Ишнинг мақсади: сувда эримайдиган қаттиқ жисмларнинг солиштирма иссиқлик сифимини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: калориметр, аралаштиргич, термометр, тарози ва тарози тошлари, солиштирма иссиқлик сифими аниқланадиган қаттиқ жисмлар бўлаклари, иситгич, чойнак, илгак, фильтр қоғоз.

Ишни бажариш тартиби

1. Калориметр ички идишини тартиб, унинг m_2 массасини аниқланг.

2. Калориметрга сув қуйинг (ярмидан камроқ) ва сувли калориметрнинг M массасини аниқланг.

3. Сувнинг массасини $m_1 = M - m_2$ дан ҳисобланг.

4. Калориметрни йиғинг ва термометр ёрдамида сувнинг t_1 бошланғич ҳароратини ўлчанг.

5. Чойнакда қайнаб турган t_2 ҳароратли сувдан илгак ёрдамида текширилаётган жисмни олиб, уни тезгина калориметрга солинг.

6. Аралаштиргич ёрдамида калориметрдаги сувни аста-секин аралаштиринг. Термометр ёрдамида сувнинг ҳарорати ошиб бораётганини кузатиб туринг.

7. Сувнинг ҳарорати максимал катталиққа етиб, қўтарилиш тўхтагандан кейинги t ҳароратини ёзиб олинг.

8. Жисми илгак ёрдамида олиб, фильтр қоғоз билан қуритинг ва тарозида тортиб, унинг m_3 массасини аниқланг.

9.(3.8) тенгламадан фойдаланиб, текширилаётган жисмнинг c_3 солиштирма иссиқлик сифimini ҳисобланг. Сувнинг c_1 ва калориметр ички идишининг c_2 солиштирма иссиқлик сифимларининг қийматларини жадвалдан олиш мумкин.

10. Тажрибани 3—4 марта такрорланг.

11. Хатоликни баҳоланг.

12. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

Тажриба номери	m_1 , кг	m_2 , кг	m_3 , кг	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	$\frac{C_3 \cdot J}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\bar{C}_3 \cdot J}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\Delta C_3}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\Delta \bar{C}_3}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\Delta \bar{C}_3}{\bar{C}_3}$

13. Натижани $c_3 = \bar{c}_3 \pm \Delta \bar{c}_3$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Жисмларнинг ички энергияси деб нимага айтилади?

2. Иссиқлик миқдори нима? Унинг ўлчов бирликларини айтинг.

3. Модданинг солиштирма иссиқлик сифими деб қандай катталиққа айтилади? У қандай бирликларда ўлчанади?

4. Жисмларнинг солиштирма иссиқлик сифимларини қандай аниқлаш мумкин?

5. Массаси 200 г жез калориметрга ҳарорати 17°C бўлган 400 г сув қуйиб, 85°C ҳароратдаги 600 г қумуш туширилган. Бунда сув 22°C гача исиган. Қумушнинг солиштирма иссиқлик сифimini топинг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Уқитувчи», Т., 1991, 23—25-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 10.1—10.4- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 184—188- бетлар.

4. Буғ ҳосил бўлишининг солиштирма иссиқлигини аниқлаш

Суюқликнинг очиқ сиртидан ҳар қандай ҳароратда буғ ҳосил бўлиш жараёни *буғланиш* дейилади. Суюқликнинг буғга айланишида тезлиги ўртача тезликдан каттароқ бўлган молекулалар суюқликдан чиқиб кетади.

Буғнинг суюқликка айланиш жараёни *конденсация* дейилади.

Суюқликнинг бирлик массасини ўзгармас ҳароратда буғга айлантириб юбориш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори *буғ ҳосил бўлишининг солиштирма иссиқлиги* (L) деб аталади.

Таърифга кўра массаси m бўлган суюқликни буғга айлантириб юбориш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори

$$Q_6 = m \cdot L. \quad (4.1)$$

Буғ конденсацияланганда худди шу миқдордаги иссиқлик ажралиб чиқади:

$$Q_k = -m \cdot L. \quad (4.2)$$

Массаси m_k бўлган идишда t_1 ҳароратли ва m_c массали сув бўлсин. Идишга $t = 100^\circ\text{C}$ даги массали буғни киритайлик. Буғ конденсацияланиб, сувга айланади. Бирор вақт ўтгач идишда t_2 ҳарорат қарор топади. Бунда буғнинг конденсацияланишида ва унинг шундан кейинги совишида ажралиб чиққан иссиқлик миқдори

$$Q_6 = -Lm_6 + c_6 m_6 (t_2 - t) \quad (4.3)$$

идиш ва унинг ичидаги сувни исишига сарф бўлади:

$$Q_k = c_k m_k (t_2 - t_1); \quad (4.4)$$

$$Q_c = c_c m_c (t_2 - t_1), \quad (4.5)$$

бунда c_k — идиш материалнинг солиштирма иссиқлик сифими, c_c — сувнинг солиштирма иссиқлик сифими.

Иссиқлик баланси тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$- Lm_6 + c_6 m_6 (t_2 - t) + c_k m_k (t_2 - t_1) + c_c m_c (t_2 - t_1) = 0. \quad (4.6)$$

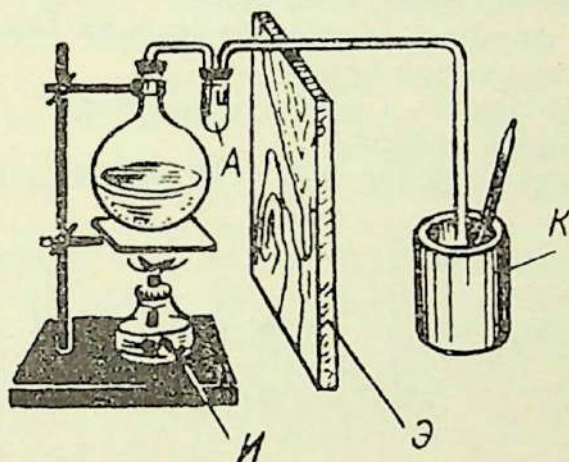
$$\text{Бунда } L = \frac{(c_k m_k + c_c m_c) (t_2 - t_1) + c_6 m_6 (t_2 - t)}{m_6}. \quad (4.7)$$

Ишнинг мақсади: суюқ жисмларнинг буғ ҳосил бўлиш солиштира иссиқлигини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: буғ ҳосил қилинадиган колба, буғ қуритгич, электр плитка ёки газ горелка, калориметр, термометр, тарози ва тарози тошлари, штатив, экран, сим тўр, U симон найчалар.

Ишни бажариш тартиби

1. 4.1-расмда кўрсатилгандек қурилма йиғинг. Бунда A кичик колба (буғ қуритгич) K калориметрга фақат буғ ўтишини таъминлайди. Э экран I иситгич би-



4.1-расм.

лан калориметр ўртасида иссиқлик алмашилишига йўл қўймайди.

2. Калориметр ички идишининг m_k массасини тарозида тортиб аниқланг.

3. Калориметр ички идиши материалининг c_k солиштира иссиқлик сиғимини жадвалдан ёзиб олинг.

4. Калориметр ички идиши ичига сув қуйинг (сувнинг ҳажми калориметр ҳажмининг ярмидан кам бўлмасин.)

5. Суели калориметрнинг M_1 массасини аниқланг. $m_c = M_1 - m_k$ ифодадан калориметрдаги сувнинг m_c массасини аниқланг.

6. Калориметрнинг ташқи идиши ичига ички идишини қўйинг.

7. Иситгични ишга тушириб, колбадаги сувни қайнатинг. Бунда найдан қуруқ буғ кучли отилиб чиққунга қадар кутинг.

8. Калориметрдаги сувнинг t_1 ҳароратини ўлчанг, кейин унга буғ чиқаётган най учини киритинг ва сув ҳарорати $10^\circ\text{C}—15^\circ\text{C}$ га кўтарилгунча буғ юборинг.

9. Найни чиқариб, сувни аралаштиринг ва аралашманинг t_2 ҳароратини аниқланг. Горелкани ўчинг.

10. Калориметр ички идишини тарозида тортиб, унинг аралашма билан биргаликдаги M_2 массасини аниқланг. $m_b = M_2 - m_c - m_k$ ифодадан калориметрга ўтиб, конденсацияланган буғнинг массасини аниқланг.

11. (4.7) формула ёрдамида сувнинг L солиштирма буғланиш иссиқлигини ҳисобланг.

12. Тажрибани 3—4 марта такрорланг.

13. Хатоликни баҳоланг.

14. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	m_k , кг	C_k , Ж кг·°C	m_c , кг	t_1 , °C	t_2 , °C	t_b , °C	m_b , кг	M_1 , кг	M_2 , кг	L , Ж кг	$\bar{L}$, Ж кг	ΔL , Ж кг	$\Delta \bar{L}$, Ж кг	$\frac{\Delta \bar{L}}{\bar{L}}$

15. Тажриба натижасини $L = \bar{L} \pm \Delta \bar{L}$ кўринишда ёзинг

16. Натижани буғланиш солиштирма иссиқлигининг жадвалда келтирилган қиймати билан таққосланг.

Савол ва топшириқлар

1. Буғланиш деб нимага айтилади?
2. Қандай жараён конденсация дейилади?

3. Буғланиш солиштирма иссиқлиги деб нимага ай-тилади? Унинг ўлчов бирликларини айтинг.

4. Буғланишнинг яширин иссиқлиги нима?

5. Сууюқликнинг қайнаши билан буғланиш ўртасида-ги фарқни тушунтириб беринг.

6. Ҳарорати 10°C бўлган 200 г сувни қайнатиш ва унинг 20 г ни буғга айлантириш учун қанча иссиқлик миқдори керак?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитув-чи», Т., 1991, 15—16-, 23-, 25- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 13.4—13.8- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 184—188, 200—202- бетлар.

5. Август психрометри ёрдамида ҳавонинг намлигини аниқлаш

Ер атмосфераси таркибида сув буғлари мавжуд. Ҳавода сув буғларининг бўлиши, яъни унинг намлиги бир қатор катталиклар билан белгиланади.

1 м³ ҳаво ҳажмидаги сув буғининг массаси ρ *абсолют намлик* (сув буғининг зичлиги) деб аталади. Абсолют намлик кг/м³ ларда ўлчанади. Абсолют намлик ҳаводаги сув буғларининг парциал босими билан ҳам аниқланади. Бунда у паскалларда ўлчанади. Абсолют намликни билган ҳолда айни шароитда сув буғи тўйиниш даражасидан қанчалик узоқ эканлиги тўғрисида бирор фикр айтиб бўлмайди. Бунинг учун нисбий намликни билиш керак.

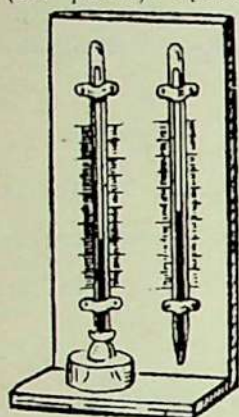
Тайинли бир ҳароратдаги ҳаво абсолют намлигининг шу ҳароратда 1 м³ ҳавони тўйинтириш учун зарур бўлган сув буғи массаси (сув тўйинган буғининг зичлиги) ρ_0 га нисбати билан аниқланадиган катталик *нисбий намлик* дейилади:

$$f = \rho/\rho_0, \quad (5.1)$$

ёки фоизларда

$$f = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%. \quad (5.2)$$

Намликни аниқлаш учун Август психрометридан фойдаланиш мумкин. Психрометр иккита бир хил термометрдан иборат. Термометрлардан бирининг резервуарига бир учи сувга ботириб қўйилган мато ўралган (5.1-расм). Ҳаво сув буғлари билан тўйинмаган бўлса,



5.1-расм.

материалдаги сув буғланади ва термометрнинг резервуари совийди. Нисбий намлик қанча катта бўлса, буғланиш шунча секин ўтади ва ҳўл термометрнинг ҳарорати шунча юқори бўлади. Нисбий намлик 100% бўлганда сув умуман буғланмайди ва ҳўл термометрнинг кўрсатиши қуруқ термометрнинг кўрсатиши билан бир хил бўлиб қолади. Иккала термометр кўрсатишларининг айирмасига қараб махсус жадваллар ёрдамида ҳавонинг нисбий намлигини аниқлаш мумкин (5.1-жадвалга қаранг).

(5.2) ифодадан абсолют намлик қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\rho = f \cdot \rho_0 / 100\%. \quad (5.3)$$

Бунда ρ_0 — маълум ҳароратда тўйинган сув буғларининг зичлиги (5.2-жадвалга қаранг).

Ишнинг мақсади: ҳавонинг намлигини ўлчашни ўрганиш.

Ишни бажариш тартиби

1. Психрометр стаканчасига сув солинг ва 5—10 минут кутинг.

2. Қуруқ ва ҳўл термометрларнинг кўрсатишлари t ва t_x ларни ёзиб олинг.

3. Қуруқ ва ҳўл термометрларнинг кўрсатишлари фарқини ҳисобланг:

$$\Delta t = t - t_x.$$

4. Психрометрик жадвал (5.1- жадвал) дан Δt га ва ҳавонинг t ҳарорати (қуруқ термометрнинг кўрсатиши) га мос келган f нисбий намликни белгиланг.

5. Ҳавонинг ρ абсолют намлигини (5.3) ифода ёрдамида ҳисобланг.

5.1- ж а д в а л

Психрометрик жадвал

$t, ^\circ\text{C}$	$t - t_x, ^\circ\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					t	%					
0	100	81	63	45	28	11					
1	100	83	65	48	32	16					
2	100	84	68	51	35	20					
3	100	84	69	54	39	24	10				
4	100	85	70	56	42	32	14				
5	100	86	72	58	45	32	19	6			
6	100	86	73	60	47	35	23	10			
7	100	87	74	61	49	37	26	14			
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7		
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11		
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Тўйинган сув бугларининг зичлиги (10^{-3} кг/м³)

Ҳарорат °C	Зичлик	Ҳарорат °C	Зичлик
0	4,84	16	13,6
1	5,2	17	14,5
2	5,6	18	15,4
3	6,0	19	16,3
4	6,4	20	17,3
5	6,8	21	18,3
6	7,3	22	19,4
7	7,8	23	20,6
8	8,3	24	21,8
9	8,8	25	23,0
10	9,4	26	24,4
11	10,0	27	25,8
12	10,7	28	27,2
13	11,4	29	28,7
14	12,1	30	30,3
15	12,8		

6. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

$t, ^\circ\text{C}$	$t_x, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$f, \%$	$\rho_0, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Савол ва топшириқлар

1. Ҳавонинг намлиги деб нимага айтилади?
2. Ҳаво намлигининг қандай аҳамияти бор?
3. Абсолют намлик ва нисбий намлик таърифларини айтиб беринг.
4. Ҳавонинг намлигини аниқлаш усуллари ҳақида гапириб беринг.
5. Ҳавонинг нисбий намлиги 80%, ҳарорати эса 17°C. Ҳавонинг абсолют намлигини топинг.

АДАБИЕТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Уқитувчи», Т., 1991, 15—17-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 13.4, 13.5, 13.11-§§.

6. Музнинг эриш солиштирма иссиқлигини аниқлаш

Кристалл қаттиқ жисм қиздирилганда аввал унинг ҳарорати эриш ҳарорати t_3 гача ортиб боради. Жисмга иссиқлик бериш давом эттирилганда у эрий бошлайди, яъни суёқ ҳолатга ўта боплайди. Бунда жисмнинг t_3 ҳарорати у бутунлай эриб бўлгунча ўзгармайди шндан кейин суёқ жисмнинг ҳарорати яна ошади.

Кристалл модда бирлик массасини эриш ҳароратида ўшандай ҳароратли суёқликка айлантириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори эриш λ *солиштирма иссиқлиги* дейилади:

$$\lambda = \frac{Q}{m}, \quad (6.1)$$

бунда Q —иссиқлик миқдори, m —модданинг массаси. СИ системасида эриш солиштирма иссиқлиги Ж/кг ларда ўлчанади.

Модданинг бирлик массаси кристалланганда (суёқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтганда) худди шундай миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. (6.1) ифодадан кристалл жисмни эритиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори:

$$Q_3 = \lambda \cdot m. \quad (6.2)$$

Жисмнинг кристалланишида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори:

$$Q_{кр} = -\lambda m. \quad (6.3)$$

Музнинг эриш солиштирма иссиқлигини аниқлаш учун солиштирма иссиқлик сифими c_1 бўлган m_1 масса-ли калориметрга m_2 массали сув солинади. Калориметр ва сувнинг t ҳарорати аниқланади.

Сувга $t_1 = 0^\circ\text{C}$ ҳароратли ва массаси m бўлган муз бўлаги солинади. Сув аралаштирилади ва ҳамма муз эриб бўлгач, аралашманинг Θ ҳарорати аниқланади. Музнинг эришида ва эриган музнинг Θ ҳароратгача нсишда олган иссиқлик миқдори:

$$Q = \lambda m + cm \theta, \quad (6.4)$$

бунда c — сувнинг солиштирма иссиқлик сифими. Калориметрнинг ва сувнинг совиида берган иссиқлик миқдорлари

$$Q_1 = c_1 m_1 (\theta - t), \quad (6.5)$$

$$Q_2 = cm_2 (\theta - t). \quad (6.6)$$

У ҳолда иссиқлик баланси тенгламаси

$$m \lambda + cm \theta + c_1 m_1 (\theta - t) + cm_2 (\theta - t) = 0$$

кўринишда ёзилади. Бу тенгламани λ га нисбатан ечиб,

$$\lambda = \frac{(c_1 m_1 + cm_2) (t - \theta) - cm \theta}{m} \quad (6.7)$$

ни ҳосил қиламиз.

Ишнинг мақсади: осон эрийдиган қаттиқ жисмлар эришининг солиштирма иссиқлигини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тарози, тарози тошлари, термометр, калориметр, иситгич, чойнак, филтр қоғоз, муз парчалари.

Ишни бажариш тартиби

1. Калориметр ички идишининг m_1 массасини тарозида тартиб ўлчанг.

2. Калориметрга иситгич устида турган чойнакдан сув қуйинг. Сувли калориметр ички идишининг M массасини аниқланг.

3. $m_2 = M - m_1$ ифодадан калориметрга қуйилган сувнинг массасини аниқланг.

4. Сувли ички идишни ташқи идиш ичига жойлаб, сувнинг t ҳароратини термометр ёрдамида аниқланг.

5. Филтр қоғоз ёрдамида калориметрга муз парчасини солинг.

6. Термометр ёрдамида сувни аралаштиринг. Муз эриб бўлгач, калориметрда эришиладиган энг паст ҳароратни ўлчанг.

7. Калориметр ички идишини яна тартиб, унинг M массасини аниқланг. $m = M_1 - M$ ёки $m = M_1 - m_1 - m_2$ ифодадан муз парчаси массасини аниқланг.

8. Жадвалдан сувнинг ва калориметр ички идиши материалнинг c ва c_1 солиштирма иссиқлик сифимла-

рини ёзиб олинг. (6.7) нфода ёрдамида музнинг эриш солиштирма иссиқлигини ҳисобланг.

9. Тажрибани 3—4 марта такрорланг.

10. Хатолиқни баҳоланг.

11. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	m_1 кг	m_2 кг	m кг	$t, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$\frac{\lambda}{\text{ж}}$ кг	$\lambda_{\text{эрт}}$ кг	$\frac{\Delta \lambda}{\text{ж}}$ кг	$\frac{\Delta \lambda_{\text{эрт}}}{\text{ж}}$ кг	$\frac{\Delta \lambda_{\text{эрт}}}{\lambda_{\text{эрт}}}$

12. Натижани $\lambda = \lambda_{\text{эрт}} \pm \Delta \lambda_{\text{эрт}}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Нима учун жисм эриётганида иссиқлик миқдори берилаётганига қарамай унинг ҳарорати ўзгармайди?

2. Эришнинг солиштирма иссиқлиги деб нимага айтади? Унинг ўлчов бирликларини айтиб беринг.

3. Қандай жараён кристалланиш деб аталади?

4. Эриш жараёнининг босимга боғланишини тушунтириб беринг.

5. Массаси 0,2 кг бўлган ҳарорати 23°C бир стакан сувни 8°C гача совитиш учун стаканга солиниши лозим бўлган ҳарорати -3°C ли майда муз бўлакларининг массасини аниқланг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 23-, 25- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 13.1—13.3- §§.

7. Қаттиқ жисмларнинг чизиқли ва ҳажмий кенгайиш коэффициентини аниқлаш

Қаттиқ жисмлар қиздирилганда унинг атом ва молекулаларининг кинетик энергияси ортади ва улар мувозанат вазиятлари атрофида каттароқ амплитуда би-

лан тебрана бошлайди. Иссиқлик тебранишларининг тартибсизлиги туфайли атом ва молекулалар орасидаги масофа ортади. Бунинг натижасида жисмнинг чиқиқли ўлчамлари ва ҳажми катталашади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, қаттиқ жисмнинг чиқиқли ўлчамлари ҳароратнинг ўзгаришига пропорционал равишда ўзгаради. Жисмнинг қиздирилганда узайиши (ёки совитилганда қисқариши) унинг бошланғич ўлчамларига ҳам боғлиқ. Қаттиқ жисмнинг чиқиқли кенгайиши $\Delta l = l - l_0$ унинг бошланғич узунлиги l_0 га ва ҳарорат ўзгариши $t - t_0$ га пропорционал:

$$l - l_0 = \alpha l_0 (t - t_0). \quad (7.1)$$

Бунда α — пропорционаллик коэффиценти ёки чиқиқли кенгайиш коэффиценти дейилади. Бу коэффицент сон қиймати жиҳатидан жисмнинг 1°C иситилгандаги $\Delta l/l_0$ нисбий узайишига тенг. Чиқиқли кенгайиш коэффицентининг ҳароратга боғланишини эътиборга олмаслик ва тайинли бир модда учун ўзгармас катталиқ деб ҳисоблаш мумкин. (7.1) дан

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (t - t_0)} = \frac{\Delta l}{l_0 (t - t_0)} \quad (7.2)$$

ни ҳосил қиламиз.

Қиздирилганда жисмнинг чиқиқли ўлчамлари ортади, шунинг учун ҳажми ҳам ортади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, қиздирилганда жисм ҳажмининг $V - V_0$ ўзгариши унинг бошланғич ҳажми V_0 га ва ҳарорат ўзгариши $t - t_0$ га пропорционалдир:

$$V - V_0 = \beta V_0 (t - t_0). \quad (7.3)$$

Бу ерда β — ҳажмий кенгайиш коэффиценти дейилади. Бу коэффицент модданинг табиатига боғлиқ. Агар ҳарорат ўзгаришлари унча катта бўлмаса, ҳажмий кенгайиш коэффицентининг ҳароратга боғланишини эътиборга олмаса бўлади. Сон қиймати жиҳатидан β коэффицент ҳарорат 1°C га ўзгарганда ҳажмининг $\Delta V/V_0$ нисбий ўзгаришига тенг. (7.3) дан

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 (t - t_0)} = \frac{\Delta V}{V_0 (t - t_0)} \quad (7.4)$$

ни ҳосил қиламиз.

Чиқиқли кенгайиш коэффиценти α билан ҳажмий кенгайиш коэффиценти β бир-бирига боғлиқ. Шу боғ-

ланишни келтириб чиқарайлик. Бунинг учун куб шаклидаги жисмнинг иссиқликдан кенгайишини кўрамиз. (7.1) га кўра

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t), \Delta t = t - t_0. \quad (7.5)$$

(7.3) га кўра

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta t). \quad (7.6)$$

(7.5) ни кубга кўтарсак,

$$l^3 = l_0^3 (1 + 3\alpha \cdot \Delta t + 3\alpha^2 (\Delta t)^2 + \alpha^3 (\Delta t)^3) \quad (7.7)$$

ҳосил бўлади.

Лекин $l^3 = V$ ва $l_0^3 = V_0^3$, (7.7) ифоданинг ўнг томонидаги α^2 ва α^3 иштирок этган ҳадлар жуда кичик. Шунинг учун уларни эътиборга олмасак,

$$V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta t) \quad (7.8)$$

га келамиз. (7.6) ва (7.8) ни солиштириб

$$\beta = 3\alpha \quad (7.9)$$

ни ҳосил қиламиз.

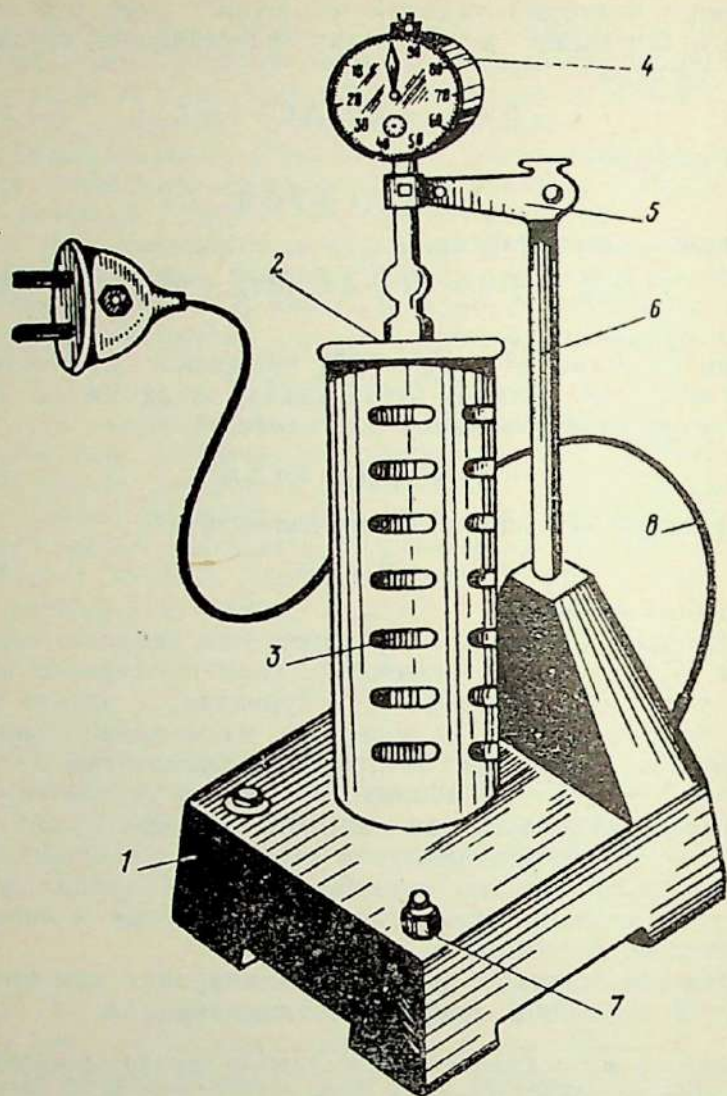
Чизиқли кенгайиш коэффициентини аниқлаш қурилмаси (7.1-расм) 1 тагликдан, сувли пробиркани жойлаш учун мўлжалланган 2 чуқурчадан, 3 электр иситиш элементидан, 4 индикаторни маҳкамлашга хизмат қилувчи 5 муфтадан, тагликка маҳкамланган 6 стержендан, 7 калитдан иборат. Қурилма 8 уловчи симлар ёрдамида ўзгарувчан ток манбаига уланади. Бунда пробирка ичидаги текширилувчи стержень сув билан бирга хона ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратигача исийди. Стержень узунлигининг Δl ўзгариши 4 индикатор ёрдамида ўлчанади.

Ишнинг мақсади: қаттиқ жисмларнинг чизиқли ва ҳажмий кенгайиш коэффициентини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: чизиқли кенгайиш коэффициентини аниқлаш қурилмаси, жуда кичик узайишларни ўлчай оладиган индикатор, пробирка, термометр, чизиқли кенгайиш коэффициентлари аниқланадиган қаттиқ жисмларнинг стерженлари (диаметри 5—7 мм, узунлиги 160 мм чамасида) пинцет ёки қисқич, сувли банка, филтёр қоғоз, штангенциркуль.

Ишни бажариш тартиби

Пробиркага (ярмидан кўпроқ қилиб) банкадаги сувдан қуйинг. Пробиркага текшириладиган стерженни со-



7.1- расм.

линг. Сув ва стержень ҳароратлари тенглашгунча 3—5 минут кутинг.

2. Термометр ёрдамида пробиркадаги сувнинг t_0 ҳароратини ўлчанг.

3. Стерженни пробиркадан олиб, уни фильтр қоғоз

билан оҳиста артинг. Штангенциркуль ёрдамида унинг l_0 бошланғич узунлигини ўлчанг.

4. Стерженни яна пробиркага солиб, пробиркани қурилмага жойланг ва муфта ёрдамида стерженни маҳкамланг.

5. Стержень охирига индикаторни ўрнатинг. Индикатор стрелкасини ноль вазиятга келтиринг.

6. Уловчи симлар ёрдамида қурилмани ток манбаига уланг. Қалитни ёпиб, қурилмани ишга тушинг.

7. Пробиркадаги сув қайнагач ($t = 100^\circ\text{C}$), индикатор кўрсатиши Δl ни ёзиб олинг.

8. Қалитни узинг, муфтани бўшатинг, пинцет ёрдамида пробиркани қурилмадан олинг. Пробиркани совитиш учун банкадаги сувга солинг.

9. (7.2) ифода ёрдамида α чизиқли кенгайиш коэффициентини ҳисобланг.

10. (7.9) формуладан β ҳажмий кенгайиш коэффициентини ҳисобланг.

11. Тажириба натижаларини жадвалдаги маълумотлар билан таққосланг.

12. Стерженни ўзгартириб, тажирибани такрорланг (2 марта).

13. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажириба номери	Қаттиқ жисм номи	l_0 , мм	Δl , мм	t_0 , $^\circ\text{C}$	t , $^\circ\text{C}$	α , $1/^\circ\text{C}$	β , $1/^\circ\text{C}$	α (Ж), $1/^\circ\text{C}$	β (Ж), $1/^\circ\text{C}$

Савол ва топшириқлар

1. Жисмларнинг иссиқликдан кенгайиши.

2. Чизиқли ва ҳажмий кенгайиш коэффициентлари ва улар ўртасидаги боғланиш.

3. Жисмларнинг иссиқликдан кенгайишини ҳисобга олиш ва унинг техникадаги аҳамияти.

4. Суюқ жисмларнинг иссиқликдан кенгайиши. Сувнинг иссиқликдан кенгайиш хусусиятлари.

5. 300°C ҳароратда симобнинг зичлиги қандай? 0°C ҳароратда симобнинг зичлиги $13,6 \text{ г/см}^3$. Симобнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти $0,00018 \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

АДАБИЁТ

1. Б. Б. Буховцев ва бошқ. Физика-9, «Уқитувчи» Т., 1980, 108—114-бетлар.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Вышая школа», М., 1977, 9.1—9.4-§§.

8. Суюқликнинг сирт таранглик коэффициентини аниқлаш

Суюқлик ичидаги молекула атрофини қўшни молекулалар қуршаб туради. Унинг сиртидаги молекулани қуршаб турган молекулалар эса тахминан икки марта кам. Бинобарин, сирт қатламидаги молекулаларга барча молекулалар томонидан уларни суюқлик ичига тортувчи кучлар таъсир қилади. Шунинг учун суюқлик сиртидаги молекулалар орасидаги масофа каттароқ; суюқлик ичидаги молекулаларни унинг сиртига кўчириш учун иш бажариш керак, яъни суюқлик сиртида жойлашган молекулалар маълум потенциал энергияга эга.

Бу энергия сирт энергияси деб аталади. U_n сирт энергияси суюқлик сиртининг S юзига пропорционалдир: $U_n \sim S$, ёки

$$U_n' = \sigma S. \quad (8.1)$$

Бу ерда пропорционаллик коэффициенти σ сирт таранглик коэффициенти деб аталади. У чегарадош муҳитларнинг табиатига ва ҳароратга боғлиқ. Унинг ўлчов бирлиги Ж/м^2 ёки Н/м .

Суюқлик ичидаги молекулалар деярли бир-бирига тегиб туради. Улар ўртасида итаришиш кучлари таъсир қилади. Сиртдаги молекулалар орасидаги масофа каттароқ бўлгани учун улар ўртасида тортишиш кучлари таъсир қилади. Бунда сирт қатлами қисқаради ва тарангланган ҳолатда бўлади, суюқлик сиртига ўтказилган уринма бўйлаб йўналган кучлар юзага келади. Бу кучлар *сирт таранглик кучлари* деб аталади. Ҳисоблашлар кўрсатадики, F сирт таранглик кучи суюқлик сиртини ўраб турган контурнинг l узунлигига пропорционал:

$$F = \sigma l. \quad (8.2)$$

Суюқлик сиртига тарозининг бир палласига осилган контурни туширайлик (8.1- расм). Контурни суюқликдан чиқариб олиш учун

$$F_0 = 2\sigma l \quad (8.3)$$

куч билан таъсир қилиш керак. Чунки бунда контурнинг икки томонига сирт таранглик кучлари таъсир қилади. F_0 кучни тарозининг иккинчи палласига қўйилган қўшимча юк оғирлиги билан ҳосил қилиш мумкин:

$$F_0 = mg. \quad (8.4)$$

Бунда m — қўшимча юк массаси, g — эркин тушиш тезланиши. (8.3) ва (8.4) ифодаларни тенглаб, ҳосил бўлган тенгламани σ га нисбатан ечсак,

$$\sigma = \frac{mg}{2l}$$

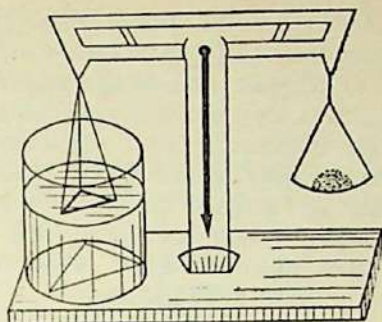
ифодага келамиз.

Ишнинг мақсади: сирт таранглик кучлари билан танишиш; сирт таранглик коэффицентини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тарози ва тарози тошлари, қумли пробирка, чизғич, қоғоз варағи, ипга осилган сим рамкалар, сувли стакан, штатив, фильтр қоғозлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Тарозини штатив панжаларига маҳкамланг.
2. Чизғич ёрдамида рамканинг l периметрини ўлчанг. Рамкани тарозида тортиб, унинг m_1 массасини аниқланг.
3. Тарози паллаларидан бирига қоғоз варағини қўйинг. Иккинчи паллага симли рамкани осинг. Палладаги қоғозга оз-оздан қум солиб, тарозини мувозанатга келтиринг.
4. Рамкани горизонтал ҳолга келишига эришинг.
5. Рамка тагига сувли стаканни жойлаштиринг. Сув сирти рамкадан 1—2 см масофада турсин.



8.1- расм.

6. Рамкани аста-секин то у сув сиртига «ёпишиб» қолгунга қадар стаканга туширинг.

7. Рамка сув сиртидан ажралгунча эҳтиётлик билан паллага қумдан қўшиб боринг.

8. Қумнинг m_2 массасини аниқланг. $m = m_2 - m_1$ ифода орқали рамкани сувдан ажратиб олиш учун паллага қўйилган қумнинг массасини ҳисобланг. Рамкани филтр қоғоз билан артиб қуритинг.

9. Сувнинг сирт таранглик коэффицентини (8.5) формуладан ҳисобланг.

10. Тажрибани яна 3—4 марта қайтаринг.

11. Хатоликни баҳоланг.

12. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	m_1 , кг	m_2 , кг	m , кг	l , м	$\frac{\sigma}{H}$, $\frac{H}{m}$	$\bar{\sigma}$	$\Delta \sigma$	$\Delta \bar{\sigma}$	$\frac{\Delta \bar{\sigma}}{\bar{\sigma}} \cdot 100\%$

13. Натижани $\sigma = \bar{\sigma} \pm \Delta \sigma$ кўринишда ёзиб қўйинг.

14. Тажрибани совуқ, илиқ, иссиқ сув билан такрорланг. Сирт таранглик коэффицентининг ҳароратга боғланиши ҳақида хулоса қилинг.

Савол ва топшириқлар

1. Сирт таранглик кучлари нима?

2. Сирт таранглик кучларининг намоён бўлишига мисоллар келтиринг.

3. Сирт таранглик коэффиценти деб қандай катталикка айтилади?

4. Суюқликларнинг сирт таранглик коэффицентлари нималарга боғлиқ?

5. Сувга ботирилган ва диаметри 12 см бўлган доиравий сим рамкага қанча сирт таранглик кучи таъсир қилади? Сувнинг сирт таранглик коэффиценти $7,3 \cdot 10^{-2} \frac{H}{m}$.

АДАБИЁТ

1. Б. Б. Буховцев, Ю. Л. Климонтович, Г. Я. Мякишев. Физика-9, «Ўқитувчи», Т., 1989, 28—29- бандлар.

2. Б. М. Яворский, А. А. Пинский. Основы физики, «Наука», М., 1981, том I, 34.7- §.

III. ЭЛЕКТР ВА МАГНЕТИЗМ

1. Электростатик майдонни ўрганиш

Маълумки, электр зарядга эга бўлган қўзғалмас икки жисм ўзаро таъсир қилади. Фарадей ғояларига кўра электр зарядлар бир-бирига бевосита таъсир қилмайди. Уларнинг ҳар бири атрофидаги фазода электр майдон ҳосил қилади. Бир заряд майдони иккинчисига, иккинчисининг майдони биринчи зарядга таъсир қилади.

Электр майдоннинг асосий хоссаси электр зарядларга унинг бирор куч билан таъсир қилишидир. Қўзғалмас зарядларнинг электр майдони *электростатик майдон* деб аталади.

Электр майдоннинг ҳар бир нуқтаси майдоннинг куч ва энергетик характеристикалари билан тавсифланиши мумкин. Майдоннинг тайинли бир нуқтасига қўйилган бирлик зарядга таъсир қилувчи куч *электр майдоннинг кучланганлиги* деб аталади:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}. \quad (1.1)$$

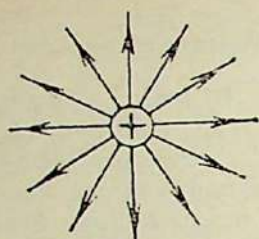
Бу ерда $\vec{F}$ — электр майдонда q зарядга таъсир қилувчи куч; $\vec{E}$ — электр майдон кучланганлиги.

Электр майдон кучланганлиги майдоннинг куч характеристикасидир. СИ системасида электр майдон кучланганлиги Н/Кл ҳисобида ўлчанади. Электр майдон кучланганлиги вектор катталиқдир. Электр майдонни график кўринишда куч чизиқлар ёрдамида тасвирлаш мумкин. Куч чизиқлар шундай чизиқларки, уларнинг ҳар бир нуқтасига ўтказилган уринмалар майдоннинг шу нуқтасидаги электр майдон кучланганлиги билан бир хил бўлади. 1.1—1.3-расмларда мусбат зарядланган шарчанинг, манфий зарядланган шарчанинг, қарама-қарши ишорали зарядланган икки шарчанинг кучланганлик чизиқлари кўрсатилган.

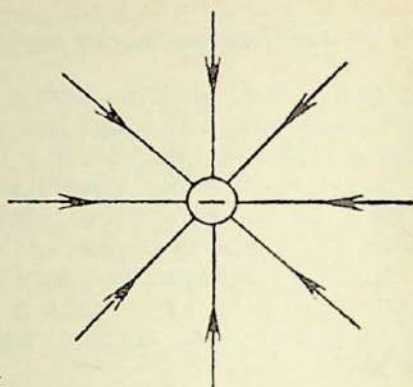
Майдоннинг тайинли бир нуқтасига қўйилган бирлик заряднинг потенциал энергияси *электр майдоннинг потенциали* дейилади:

$$\varphi = \frac{П}{q}. \quad (1.2)$$

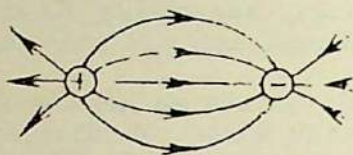
Бу ерда $П$ — электр майдондаги q заряднинг потенциал энергияси.



1.1- расм.



1.2- расм.



1.3- расм.

φ — электр майдон потенциал. Потенциал скаляр катталиқ бўлиб, майдонни энергия томонидан характерлайди. СИ системасида потенциал

$$1B = \frac{1Ж}{1Кл}$$

ҳисобида ўлчанади. q зарядни бир нуқтадан иккинчи нуқтага кўчиришда бажарилган A иш заряднинг ўша нуқталардаги потенциал энергиялари айирмасининг тескари ишора билан олинган қийматига тенг:

$$A = -(\Pi_2 - \Pi_1) \quad (1.3)$$

(1.3) ифоданинг икки томонини q зарядга бўлсак,

$$\frac{A}{q} = -\left(\frac{\Pi_2}{q} - \frac{\Pi_1}{q}\right) \quad (1.4)$$

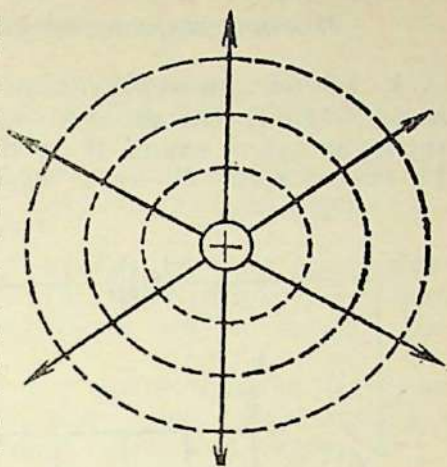
ни ҳосил қиламиз.

$$\frac{\Pi_1}{q} = \varphi_1 \text{ ва } \frac{\Pi_2}{q} = \varphi_2 \text{ деб белгиласак.}$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (1.5)$$

ифодага эга бўламиз. $U = \varphi_1 - \varphi_2$ потенциаллар айирмаси ёки кучланиш дейилади. Потенциаллар айирмаси деб, потенциалнинг биринчи ва иккинчи нуқталардаги қийматлари айирмасига айтилади.

Зарядни майдон куч чизиқларига нисбатан 90° бурчак ҳосил қилиб кўчирганда майдон иш бажарманди. Ҳўни ҳар бир нуқтада куч чизиқларига перпендикуляр бўлган сирт ўтказилса, бу сирт бўйлаб заряд кўчирилганда иш бажарилмайди. Демак, куч чизиқларига перпендикуляр бўлган сиртнинг ҳамма нуқталари (1.5) га кўра бир хил потенциалга эга бўлади.

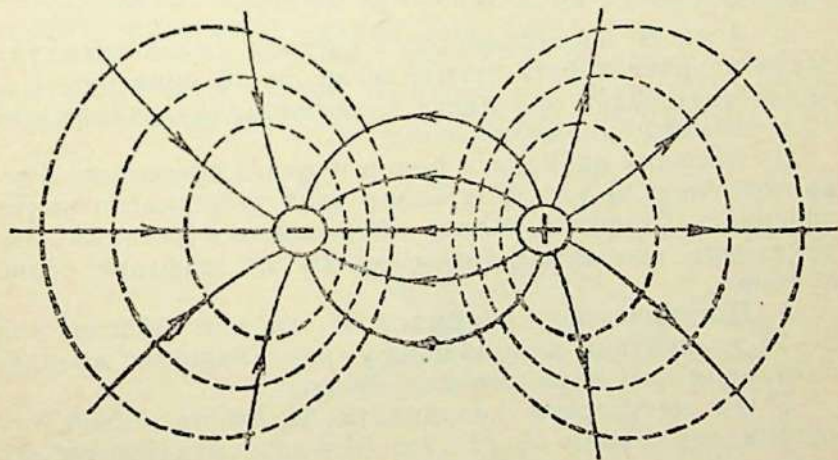


1.4- расм.

Тенг потенциалли сиртлар *экипотенциал сиртлар* деб аталади. Нуқтавий заряд майдони учун экипотенциал сиртлар концентрик сфералар бўлади (1.4- расм). Қарама-қарши ишорали зарядланган икки шарчанинг экипотенциал сиртлари 1.5- расмда кўрсатилган.

Ишнинг мақсади: электростатик майдоннинг куч ва энергетик характеристикаларини ўрганиш.

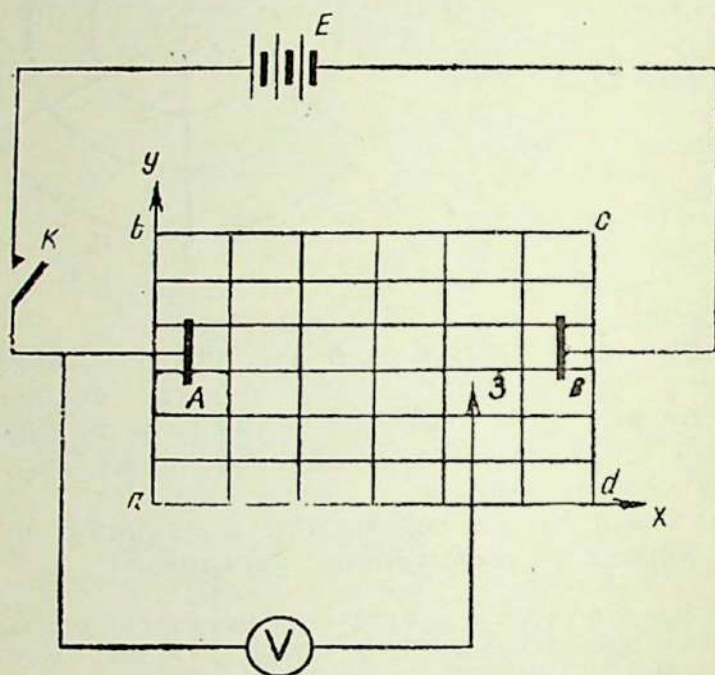
Асбоб ва материаллар: сувли ванна, ҳар хил шаклдаги электродлар, металл ҳалқа, металл зонд, ўзгармас ток манбаи, уловчи симлар, мм ли қоғозлар (3 дона).



1.5- расм.

Ишни бажариш тартиби

1. 1.6-расмда кўрсатилган схема бўйича электр занжири йиғинг. Бунда $abcd$ тагига мм ли қоғоз ёпиштирилган сувли ванна, A ва B — электродлар, Z — зонд, V — вольтметр, E — ток манбаи, K — калит.



1.6- расм.

2. A ва B электродларни (металл пластинкалар) сувли ваннага тубига тегмайдиган қилиб ўрнатинг. Калитни улаб, улар орасидаги U потенциаллар айирмасини вольтметр ёрдамида ўлчанг.

3. Z зондни ваннадаги бирор нуқтага тушинг. Бунда вольтметр A электрод билан зонд туширилган нуқта орасидаги U_1 потенциаллар айирмасини кўрсатади. Шу нуқтанинг координатларини ва U_1 ни дафтарга ёзиб қўйинг.

4. Потенциаллар айирмаси U_1 га тенг бўлган яна 8—10 та нуқтани аниқланг. Бу нуқталарнинг координатларини ҳам дафтарга ёзиб қўйинг.

5. мм ли қоғозга координата ўқларини чизиб, потенциаллар фарқи U_1 га тенг бўлган нуқталарнинг координатларини қўйиб чиқинг ва бу нуқталарни бир-

лаштирувчи эгри чизиқни чизинг (тенг потенциалли чизиқ). Эгри чизиқ остига потенциаллар айирмаси қийматини ёзиб қўйинг.

6. Тажрибани потенциаллар айирмаси бошқа қийматларга эга бўлган нуқталар учун 8—10 марта такрорланг.

7. Тажрибани металл пластинкалар орасига металл ҳалқа қўйиб такрорланг. Тажриба натижаларини иккинчи мм ли қоғозга чизинг.

8. Металл ҳалқани олиб қўйинг. Металл пластинкаларни металл шарчалар билан алмаштириб, тажрибани такрорланг. Натижаларини учинчи мм ли қоғозга чизинг.

9. Ҳар уч ҳол учун олинган эквипотенциал чизиқлар дастаси асосида куч чизиқлари (улар эквипотенциал чизиқларга перпендикулярдир) дастасини чизинг.

Савол ва топшириқлар

1. Электр майдон нима?

2. Электр майдон кучланганлиги деб нимага айтилади? Унинг ўлчов бирликларини айтинг.

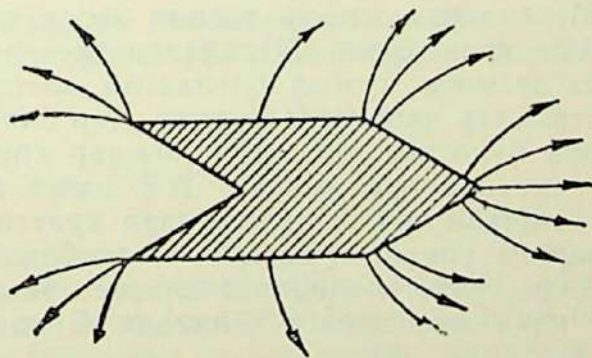
3. Электр майдон куч чизиқлари нима?

4. Электр майдон потенциали деб қандай катталика айтилади? Потенциаллар айирмасига таъриф беринг.

5. Қандай сиртларга эквипотенциал сиртлар дейилади?

6. Электр майдони куч чизиқлари эквипотенциал сиртларга нисбатан қандай йўналган?

7. Бир асосида коник кесиги ва иккинчи асосида коник дўнглиги бўлган зарядланган металл цилиндр учун эквипотенциал сиртларни чизинг (1.7-расм).



1.7- расм.

АДАБИЕТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Учитувчи», Т., 1991, 31—41-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 14.1—14.15-§§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 214—227-бетлар.

2. Ўтказгичнинг солиштирма қаршилигини аниқлаш

Занжирнинг бир қисмига онд Ом қонунига асосан ток кучи ўтказгич қисмига қўйилган кучланишга тўғри пропорционалдир:

$$I = \lambda U, \quad (2.1)$$

бу ерда I — ток кучи, U — ўтказгич қисмига қўйилган кучланиш, λ — пропорционаллик коэффициентини ёки электр ўтказувчанлик деб аталади. Бу катталиқ кучланишга боғлиқ эмас. Электр ўтказувчанликка тескари бўлган катталиқ ўтказгичнинг қаршилиги деб аталади ва R ҳарфи билан белгиланади:

$$R = \frac{1}{\lambda}. \quad (2.2)$$

Қаршилиқ ўтказгичнинг асосий электр характеристикасидир. (2.2) ифода ҳисобга олинса, Ом қонунини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (2.3)$$

Ўтказгич қаршилигининг бирлиги (2.3) ифодага асосан аниқланади ва Ом аталади.

Кучланиш 1 В бўлганда ўтказгичда ток 1 А бўлса, бу ўтказгичнинг қаршилиги 1 Ом бўлади.

Металларда электр токини ҳосил қилувчи заррачалар электронлардир. Металлдан электр токи ўтаётганида ўз атомига кучсиз боғланган электронлар — эркин электронлар ҳаракатга келади. Бир ёки бир неча электронини йўқотган атомлар — ионлар кристалл панжаранинг тугунларида қолади. Ток ҳосил бўлишида иштирок этаётган эркин электронлар кристалл панжара тугунларига урилиб, уларнинг тартибли ҳаракат тезлиги камаяди. Электронларнинг кинетик энергияси ўтказгичнинг ички энергиясига айланади. Бундай тўқнашишлар

натижасида ўтказгичда зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракатини тормозловчи куч пайдо бўлади. Ток манбаи энергиясининг бир қисми бу кучни енгилга сарф бўлади. Ўтказгичнинг электр токининг ўтишини қийинлаштирувчи хоссасини характерлайдиган физик катталиқ *қаршилиқ* дейилади.

Тажрибалар ўтказгичларнинг R қаршилиги унинг l узунлигига тўғри пропорционал ва S кўндаланг кесим юзига тескари пропорционал эканини кўрсатади:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (2.4)$$

бунда ρ — ўтказгичнинг солиштира қаршилиги, у ўтказгичнинг материалга боғлиқ. (2.4) га кўра

$$\rho = R \frac{S}{l}. \quad (2.5)$$

СИ системасида ўтказгичнинг солиштира қаршилиги бирлиги қилиб, узунлиги 1 м, кўндаланг кесими 1 м² бўлган ўтказгичнинг солиштира қаршилиги қабул қилинган. Бу бирлик Ом·метр (О·м) деб аталади. Амалда солиштира қаршилиқ Ом·мм²/м бирликларда ўлчанади, (2.3) ни ҳисобга олиб, (2.5) ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\rho = \frac{US}{\pi}. \quad (2.6)$$

Цилиндр шаклидаги ўтказгич учун

$$S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2, \quad (2.7)$$

d — ўтказгич кўндаланг кесимининг диаметри. (2.6) ифодадаги S ўрнига унинг (2.7) даги қийматини қўйсак,

$$\rho = \frac{U\pi \left(\frac{d}{2} \right)^2}{\pi} \quad (2.8)$$

ни ҳосил қиламиз.

Ишнинг мақсади: материалларнинг қаршилиги нималарга боғлиқ эканини ўрганиш. Тажриба йўли билан металлларнинг солиштира қаршилигини аниқлаш.

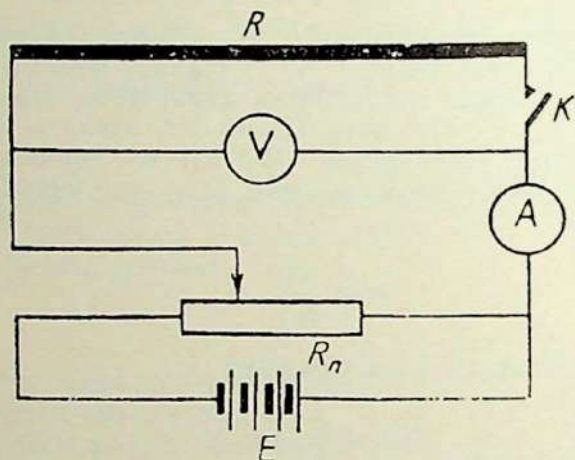
Асбоб ва материаллар: амперметр, вольтметр, ўлчов лентаси, штангенциркуль, ток манбаи, реохорд, калит, уловчи симлар, реостат.

Ишни бажариш тартиби

1. Реохорднинг l узунлигини ўлчов лентаси ёрдамида ўлчанг.

2. Реохорднинг d диаметрини штангенциркуль ёрдамида ўлчанг (штангенциркуль билан ишлаш қоидалари 1-иловада баён қилинган).

3. E — ток манбаи, R — реохорд, R_n — реостат, A — амперметр, V — вольтметр, K — калитдан 2.1-расмда кўрсатилгандек занжир тузинг.



2.1- расм.

4. Калитни улаб, занжирдаги I ток кучи ва реохорд учларидаги U кучланишни ўлчанг.

5. Ом қонуни (2.3) дан фойдаланиб, реохорд қаршилигини ҳисобланг.

6. (2.8) тенгламага асосан реохорд материалынинг солиштирма қаршилигини ҳисобланг.

7. Реостат ёрдамида кучланишни ўзгартириб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

8. Хатоликни ҳисобланг.

9. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	I , м	d , мм	S , мм ²	I , А	U , В	R , Ом	ρ , $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\bar{\rho}$, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\Delta \rho$, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\frac{\Delta \bar{\rho}}{\bar{\rho}}$

10. Натижани $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta \bar{\rho}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Ом қонунини айтиб беринг.
2. Қаршилик деб нимага айтилади? Унинг ўлчов бирликларини айтинг.
3. Металлларнинг қаршилиги нималарга боғлиқ?
4. Солиштира қаршилик деб қандай катталикка айтилади? Унинг ўлчов бирликларини айтинг.
5. Диаметри 0,1 мм бўлган никель симдан қаршилиги 4 Ом бўлган ўтказгич тайёрланган. Симнинг узунлиги қанча?

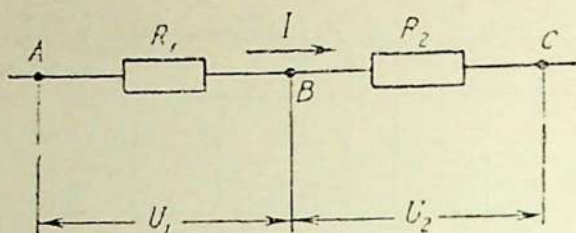
АДАБИЕТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 52—56-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 15.1—15.6-§§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 240—247-бетлар.

3. Ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш

Электр энергияси ток манбандан истеъмолчига симлар орқали узатилади. Бунинг учун мураккаблиги турлича бўлган электр занжирлари тузилади. Бунда истеъмолчилар кўпинча кетма-кет ва параллел уланади.

Қаршилиги R_1 ва R_2 бўлган икки ўтказгич кетма-кет уланган бўлсин (3.1-расм). Ўзгармас ток ўтаётганида ўтказгичларда электр зарядлари тўпланиб қолмайди ва ўтказгичнинг ҳар қандай кесими орқали маълум вақт ичида айни бир заряд ўтади. Шунинг учун айрим қаршиликлардан ўтаётган токнинг кучи бир хил.



3.1- расм.

$$I_1 = I_2 = I. \quad (3.1)$$

Занжирнинг текшириляётган AC қисми учларидаги кучланиш занжирнинг AB ва BC қисмлари учларидаги кучланишлардан ташкил топади:

$$U = U_1 + U_2. \quad (3.2)$$

Занжирнинг AC , AB , BC қисмларига Ом қонунини қўлаймиз:

$$U = IR; \quad U_1 = I_1 R_1; \quad U_2 = I_2 R_2. \quad (3.3)$$

Бунда R — тўла қаршилик.

(3.3) ни (3.2) га қўйиб, (3.1) ни ҳисобга олсак,

$$R = R_1 + R_2 \quad (3.4)$$

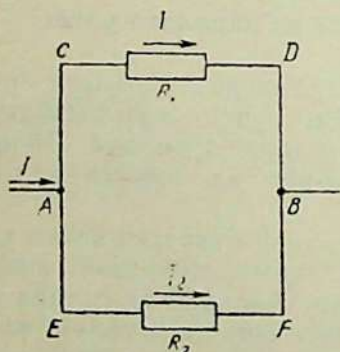
ни ҳосил қиламиз. Занжирда n та ўтказгич кетма-кет уланган бўлса,

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n. \quad (3.5)$$

Қаршиликлари R_1 ва R_2 бўлган ўтказгичлар параллел уланган бўлсин (3.2 расм). Бу ҳолда I умумий ток кучи икки қисмга тармоқланади. Ўтказгичлар тармоқланган A нуқтада электр заряди тўпланмагани учун, тугунга вақт бирлиги ичида келадиغان заряд ўша вақт ичида тугундан кетадиغان зарядга тенг бўлиши керак:

$$I = I_1 + I_2. \quad (3.6)$$

Бунда I_1 , I_2 — биринчи ва иккинчи қаршиликлардан ўтаётган токнинг кучлари.



3.2- расм.

Параллел уланган ўтказгичларда кучланиш бир хил бўлади:

$$U = U_1 = U_2. \quad (3.7)$$

Занжирнинг AB , CD , EF қисмларига Ом қонунини татбиқ этамиз:

$$I = \frac{U}{R}; \quad I_1 = \frac{U_1}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2}. \quad (3.8)$$

(3.8) ни (3.6) га қўйиб, (3.7) ни ҳисобга олсак,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (3.9)$$

ни ҳосил қиламиз. Занжирда n та ўтказгич параллел уланган бўлса,

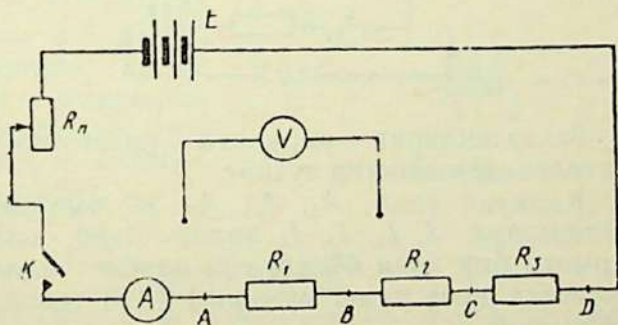
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (3.10)$$

Ишнинг мақсади: ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улашни, электр занжирларини тузишни ва ҳисоблашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: амперметр, вольтметр, ток манбаи, қаршиликлар, реостат, калит, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Ток манбаи, реостат, калит, амперметр, қаршиликлар (3та) ни кетма-кет улаб, занжир тузинг. Вольтметр клеммаларига иккита ўтказгич уланг. Ўтказгичларнинг иккинчи учларини бўш қолдириш (3.3- расм).
2. Калитни улаб, амперметрнинг I кўрсатишини ёзиб олинг.



3.3- расм.

3. Вольтметрдан чиққан симларнинг учларини AD , AB , BC , CD участкаларга теккизиб, U , U_1 , U_2 , U_3 кучланишларни ўлчанг. (3.2) тенгликнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг.

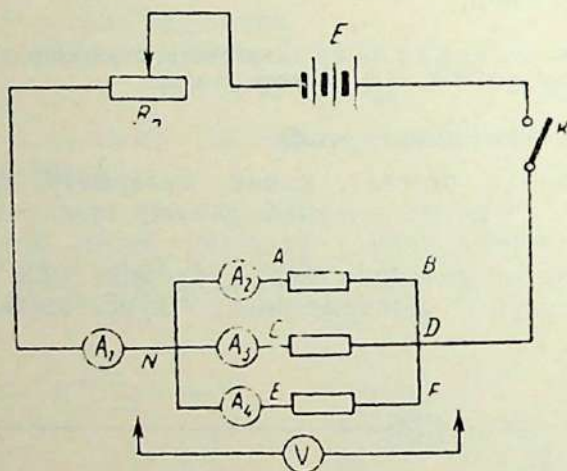
4. Ом қонуни $I = \frac{U}{R}$ дан фойдаланиб, AD участканинг қаршилиги (тўла қаршилик) ни, шунингдек $[AB, BC, CD]$ участкалардаги R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлар (айрим қаршиликлар) ни ҳисобланг.

5. (3.5) ифодада ишонч ҳосил қилинг.

6. Реостат ёрдамида ток кучини ўзгартириб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

7. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	I , А	U , В	U_1 , В	U_2 , В	U_3 , В	R , Ом	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом



3.4- расм.

8. Ўтказгичларни параллел уланг ва 3.4- расмда кўрсатилгандек занжир тузинг.

9. Қалитни улаб, A_1 , A_2 , A_3 , A_4 амперметрларнинг кўрсатишлари I , I_1 , I_2 , I_3 ларни ёзиб олинг. (Агар амперметр бир дона бўлса, уни навбат билан кўрсатилган участкаларга улаш мумкин.) (3.6) тенгликка ишонч ҳосил қилинг.

10. Вольтметрни ND участкага улаб, U тўлиқ кучланишни, шунингдек AB , CD , EF участкаларга улаб, айрим қаршиликлардаги U_1 , U_2 , U_3 кучланишларни ўлчанг. (3.7) ифодага ишонч ҳосил қилинг.

11. Ом қонунидан фойдаланиб, занжирнинг R тўла қаршилигини ва айрим қисмлардаги R_1 , R_2 , R_3 қаршиликларни ҳисобланг. (3.10) тенгликка ишонч ҳосил қилинг.

12. Реостат ёрдамида ток кучини ўзгартириб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

13. Олинган натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

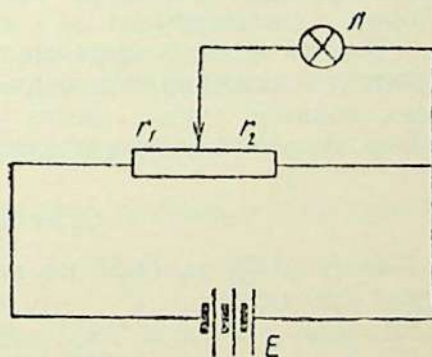
Тажриба номери	I , А	I_1 , А	I_2 , А	I_3 , А	U , В	R , Ом	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом

Савол ва топшириқлар

1. Ом қонунини айтиб беринг.
2. Қаршилик нима? Унинг ўлчов бирлигини айтинг.
3. Ўтказгичлар кетма-кет уланганда умумий қаршилик қандай аниқланади?

4. Параллел уланган ўтказгичларнинг умумий қаршилиги нимага тенг?

5. Агар манбанинг ЭЮК 18 В, лампадаги кучланиш 6 В, лампа қаршилиги 12 Ом ва занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток 3 А бўлса, потенциометрнинг r_1 ва r_2 қисмидаги қаршилик қандай? Манбанинг ички қаршилигини ҳисобга олманг (3.5- расм).



3.5- расм.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 52—56- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 15.4—15.8- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 240—250- бетлар.

4. Электр иситгичли қурилманинг фойдали иш коэффициентини аниқлаш

Иситиш қурилмаларида ажралиб чиқаётган энергиянинг ҳаммаси иситилаётган жисмга берилмайди. Чунки уни иситишда доимо жисм солинган идиш ва унинг атрофидаги жисмлар ҳам исийди.

Иситгичнинг η фойдали иш коэффициенти деб, иситилаётган жисмнинг ички энергияси ортишининг электр иситиш элементида ажралаётган энергияга нисбатига айтилади:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_2}. \quad (4.1)$$

Q_1 — жисмнинг ички энергияси ўзгариши, Q_2 — иситгичдан ажралиб чиққан энергия. Жисмнинг ички энергияси ўзгариши

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1) \quad (4.2)$$

ифода билан аниқланади. Бунда c — жисмнинг солиштирма иссиқлик сифими, m — унинг массаси, $(t_2 - t_1)$ — ҳарорат ўзгариши.

Электр иситгич қурилмадан ўтаётган токнинг кучи I , иситгич клеммаларига берилган кучланиш U , иситгичдан токнинг ўтиш вақти τ га тенг бўлса, Жоуль — Ленц қонунига кўра ажралиб чиққан иссиқлик миқдори

$$Q_2 = IU\tau \quad (4.3)$$

га тенг: (4.2) ва (4.3) ни ҳисобга олсак, (4.1) қуйидагича ёзилади:

$$\eta = \frac{cm(t_2 - t_1)}{IU\tau} \quad (4.4)$$

ёки фоизларда

$$\eta = \frac{cm(t_2 - t_1)}{IU\tau} \cdot 100\%. \quad (4.5)$$

Ишнинг мақсади: электр иситгичли асбобларнинг фойдали иш коэффициентини ҳисоблашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тарози, тарози тошлари, термометр, амперметр, вольтметр, соат, калориметр, ток манбаи, калит, иситиш спирали, уловчи симлар, сув солинган идиш.

Ишни бажариш тартиби

1. Ток манбаи, амперметр, иситиш спирали ва калитни кетма-кет улаб, электр занжири тузинг. Спиралга параллел қилиб, вольтметрни уланг.

(4.1-расм).

2. Калориметр ички идишининг m_1 массасини тарозида тортиб ўлчанг. Унга ярмидан кўпроқ сув қўйинг ва сувли калориметрнинг M массасини аниқланг. $m = M - m_1$ ифодадан сувнинг m массасини аниқланг.

3. Калориметрни йиғинг ва унга спирални тушинг. Термометр ёрдамида сувнинг бошланғич t_1 ҳароратини аниқланг.

4. Калитни ёпиб, занжирни уланг. Ток улаш моментини соатга қараб ёзиб олинг.

5. Амперметр ва вольтметр ёрдамида I ток кучи ва U кучланишни ўлчанг.

6. Бирор вақт ўтгач (5—8 минут), токни узинг. Бу вақт ичида сувни термометр ёрдамида аралаштириб туринг. Токнинг ўтиш вақти τ ни ёзиб қўйинг.

7. Сувнинг кейинги t_2 ҳароратини ўлчанг.

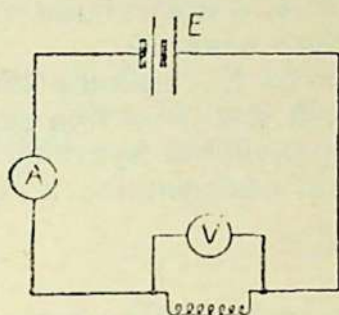
8. (4.5) тенгламадан иситгичнинг фойдали иш коэффициентини ҳисобланг.

9. Тажрибани 2—3 марта такрорланг ва хатоликни ҳисобланг.

10. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$c, \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$	m, kg	I, A	U, V	τ, c	$t_1, ^\circ C$	$t_2, ^\circ C$	η	$\bar{\eta}$	$\Delta \eta$	$\Delta \bar{\eta}$	$\frac{\Delta \bar{\eta}}{\bar{\eta}}$

11. Натижани $\eta = \bar{\eta} \pm \Delta \bar{\eta}$ кўринишда ёзинг.



4.1-расм.

1. Жисмга узатилган иссиқлик миқдори қандай ҳисобланади? Иссиқлик миқдори қандай бирликларда ўлчанади?

2. Жоуль — Ленц қонунини ифодаловчи тенгламани келтириб чиқаринг.

3. Токнинг занжир қисмидаги қуввати нимага тенг?

4. Ўтказгичдан ток ўтганда, у қандай энергия ҳисобига исийди?

5. Қаршилиги 120 Ом бўлган электр иситгичда қандай ток кучи бир секундда 10 г сувни эриш нуқтасидан то қайнаш нуқтасигача иситади? Иситгичнинг фойдали иш коэффициенти 80%.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 52—57- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977. 10.1—10.3, 15.14—15.15- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 184—186, 240—255- бетлар.

5. Ток манбаининг ЭЮК ва ички қаршилигини аниқлаш

Бир жинсли ўтказгичда ўзгармас ток бўлиб туриши учун унинг учларидаги потенциаллар фарқи нолга тенг бўлмаслиги керак. Бунинг учун занжирга ток манбаи уланади. Ўтказгичларда эркин электронлар — манфий зарядлар потенциалнинг ўсиш томонига (мусбат зарядлар потенциалнинг камайиш томонига) ҳаракат қилади. Шунинг учун ток манбаида манфий зарядлар манбаининг манфий қутбига (мусбат зарядлар манбаининг мусбат қутбига) ҳаракат қилиши керак. Бунинг натижасида манба қутбларида қарама-қарши ишорали зарядлар тўпланади. Шундай қилиб, манбаининг қутбларида потенциаллар фарқи вужудга келади. Бу эса занжирдан ток ўтиб туришини таъминлайди.

Масалан, гальваник элементларда химиявий жараёнлар натижасида турли ишорали зарядларнинг бўлиниши содир бўлади. Бунинг натижасида манба клеммларида қарама-қарши ишорали зарядлар тўпланади. Зарядлар бўлингандида q заряд аввал бўлинган заряд-

лар майдонига қарши йўналишда кўчади. Бунда электр токи вужудга келади. Бу токнинг катталиги манбанинг ички қаршилиги r га боғлиқ.

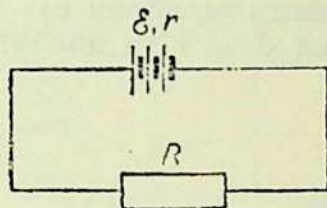
Ток манбаида зарядларни қутбларга кўчиришда электростатик бўлмаган кучлар иш бажариши керак. Бу кучлар *ташқи кучлар* деб аталади. Ташқи кучлар химиявий жараёнларда, ёруғлик нури таъсирида, магнит майдони ўзгаришида ва бошқа ҳолларда вужудга келиши мумкин.

Бирлик мусбат зарядни берк занжир бўйлаб кўчиришда ташқи кучлар бажарган ишга тенг бўлган физик катталик ток манбанинг $\mathcal{E}$ электр юритувчи кучи (ЭЮК) дейилади:

$$\mathcal{E} = \frac{A_m}{q}, \quad (5.1)$$

бунда A_m — ташқи кучлар иши, q — заряд. СИ системада ЭЮК вольт (В) ларда ўлчанади.

Ток манбаи ва R қаршилиқдан тuzилган содда берк занжирни кўрайлик (5.1-расм). Δt вақт ичида ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали q заряд ўтади, деб фараз қилайлик. Унда ташқи кучларнинг q зарядни кўчиришда бажарган A_m ишини (5.1) га кўра



5.1-расм.

$$A_m = \mathcal{E}q \quad (5.2)$$

кўринишда ёзиш мумкин. Ток кучининг таърифига кўра

$$I = \frac{q}{\Delta t}. \quad (5.3)$$

Бунда Δt — токнинг ўтиш вақти. (5.3) ни ҳисобга олсак,

$$A_m = \mathcal{E}I \Delta t \quad (5.4)$$

ни ҳисоб қиламиз. Бу иш ҳисобига ички r қаршилиқда ва ташқи R қаршилиқда иссиқлик миқдори ажралиб чиқади:

$$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t. \quad (5.5)$$

Энергиянинг сақланиш қонунига асосан

$$A_m = Q \quad (5.6)$$

ёки

$$\mathcal{E}I \Delta t = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t.$$

Бундан

$$\mathcal{E} = IR + Ir. \quad (5.7)$$

(5.7) ни қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (5.8)$$

(5.8) тенглама берк занжирга онд Ом қонунини ифода-
лайди.

Ташқи қаршиликлари R_1 ва R_2 бўлган занжирлар
учун (5.7) га кўра

$$\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r, \quad (5.9)$$

$$\mathcal{E} = I_2 R_2 + I_2 r \quad (5.10)$$

тенгламаларни ёза оламиз. (5.9) ва (5.10) тенгламалар-
ни $\mathcal{E}$ ва r га нисбатан биргаликда ечиб

$$r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \quad (5.11)$$

ва

$$\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} = U_1 + I_1 \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \quad (5.12)$$

ларни ҳосил қиламиз.

Бунда $U_1 = I_1 R_1$ ва $U_2 = I_2 R_2$ — мос ҳолда биринчи ва
иккинчи қаршиликлардаги кучланишлар.

Ишнинг мақсади: ток манбаларининг электр юри-
тувчи кучи ва ички қаршилигини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: ток манбаи (аккумулятор ёки
батарея), реостат, амперметр, вольтметр, уловчи симлар, калит.

Ишни бажариш тартиби

1. Ток манбаи, реостат, амперметр ва калитни кет-
ма-кет улаб занжир йиғинг. Батарея клеммаларига
вольтметр уланг.

2. Занжирдаги I_1 ток кучини (амперметрнинг кўрсатиши)
ва занжирнинг ташқи қисмидаги U_1 кучланишни (вольтметр-
нинг кўрсатиши) ўлчанг.

3. Занжир қаршилигини реостат ёрдами билан ўзгартириб, яна I_2 ток кучи ва U_2 кучланишни ўлчанг.

4. Ток кучи ва кучланишнинг тажрибадан топилган қийматларидан фойдаланиб, ток манбаининг r ички қаршилиги ва $\mathcal{E}$ ЭЮК ни (5.11) ва (5.12) ифодаларга асосан ҳисобланг.

5. Занжирни узиб, батареянинг ЭЮКни ўлчанг (занжир узук бўлганда вольтметр манбаининг ЭЮКни кўрсатади). ЭЮКнинг ҳисоблаб топилган қийматини унинг ўлчаб топилган қийматига таққосланг.

6. Тажрибани 2—3 ток манбаи учун такрорланг. Реостат ўрнига қаршиликлари олдиндан маълум бўлган икки ўтказгичдан фойдаланиш мумкин.

7. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	I_1 , А	U_1 , В	I_2 , А	U_2 , В	$\mathcal{E}$, В ҳисобл.	$\mathcal{E}$, В ўлч.	r , Ом

Савол ва топшириқлар

1. Электр токининг мавжуд бўлиш шартларини айтиб беринг.

2. Электр юритувчи куч деб нимага айтилади?

3. Ток манбаининг ички қаршилиги нима?

4. Берк занжир учун Ом қонунини ёзинг.

5. Чўнтак фонари батареяси реостатга улаб қўйилган. Реостат қаршилиги 1,65 Ом бўлганда унда кучланиш 3,30 В, қаршилик 3,5 Ом бўлганда кучланиш 3,50 В бўлган. Батареянинг ЭЮКни ва ички қаршилигини топинг.

АДАБИЕТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1991, 52—59-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Вышая школа», М., 1977, 15.1, 15.8, 15.11, 15—12-§§.

6. Миснинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш

Сувда кислота, ишқор ва тузлар эриганда уларнинг молекулалари ионларга ажралади. Бу жараён *электролитик диссоциация* дейилади. Ионларга диссоциацияланган молекулалари бўлган эритма *электролит* деб аталади. Электролитларда заряд ташувчилар мусбат ва манфий зарядланган ионлардир.

Ичида электролит бўлган идишга манба қутбларига уланган электродлар туширилса, манфий ионлар мусбат электродга, яъни анодга томон, мусбат ионлар эса манфий электродга — катодга томон ҳаракатга келади. Натижада электр токи қарор топади.

Катодга етиб келган мусбат ионлар ундан ўзига етишмаётган электронни олади ва нейтрал атомга айланиб, электродда ўтириб қолади. Манфий ионлар анодга келиб, ортиқча электронни беради ва улар ҳам нейтрал атомлар ёки молекулаларга айланади.

Электролитдан электр токи ўтганда электролит таркибидаги моддаларнинг электродларда ажралиб чиқиш жараёни *электролиз* деб аталади.

Фарадейнинг биринчи қонунига кўра электролитдан электр токи ўтганда электродда ажралиб чиққан модданинг m массаси I ток кучига ва токнинг t ўтиш вақтига пропорционалдир:

$$m = kIt, \quad (6.1)$$

бу ерда k — пропорционаллик коэффициентини. (6.1) ифодада кўра $q = It = 1$ Кл бўлганда $m = k$, яъни k коэффициентнинг сон қиймати ионлар 1 Кл заряд олиб ўтганда электродда ажралган модда массасига тенг. Бу коэффициент модданинг электрохимиявий эквиваленти деб аталади. (6.1) тенгламага асосан электрохимиявий эквивалент кг/Кл ҳисобида ўлчанади. Агар электролитдан ўтган I ток кучи ва токнинг t ўтиш вақти ҳамда электролиз жараёнида ажралиб чиққан модданинг m массаси маълум бўлса,

$$k = \frac{m}{It} \quad (6.2)$$

тенгламадан модданинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш мумкин.

Ишнинг мақсади: электролиз ҳодисаси билан танишиш. Фарадейнинг биринчи қонунини тажрибада текшириш. Миснинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: ўзгармас ток манбаи, тарози ва тарози тошлари, амперметр, секундомер (соат), реостат, калит, мис электродлар, цилиндрик идиш, мис купороси эритмаси, уловчи симлар, қуритиш шкафи.

Ишни бажариш тартиби

1. Катод вазифасини ўтайдиган мис электроднинг m_1 массасини тарозида тортиб ўлчанг (тарози билан ишлаш қондалари 2-иловада келтирилган).

2. Мис купороси эритмасига мис электродларни ботиринг. Ток манбаи, амперметр, реостат, мис купороси эритмасига туширилган электродлар ва калитни кетма-кет улаб, занжир тузинг (6.1-расм).

3. Тажриба бошланган t_1 вақтни белгиланг. Калитни улаб, реостат ёрдамида ток кучи катталигини 1—1,5 А қийматида ўзгартирмай сақланг. Амперметрнинг кўрсатиши I ни белгиланг.

4. 15—20 мин вақт ичида электролитдан ток ўтгач, калитни узинг ва шу моментдаги t_2 вақтни белгиланг. Тажриба вақтини

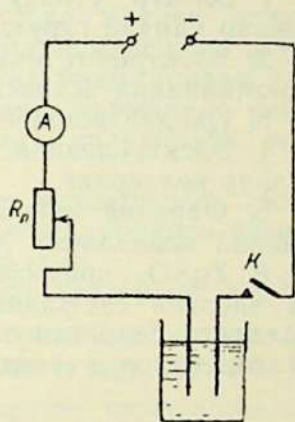
$$t = t_2 - t_1$$

формула бўйича ҳисобланг.

5. Катодни эритмадан оҳиста чиқариб олинг ва уни шкафта қуритинг. Катоднинг унда ажралиб чиққан мис билан биргаликдаги m_2 массасини тарозида ўлчанг. $m = m_2 - m_1$ ифодадан электролиз жараёнида ажралиб чиққан миснинг m массасини ҳисобланг.

6. (6.2) тенгламадан миснинг k электрохимиявий эквиваленти қийматини аниқланг.

7. Тажрибани 2—3 марта такрорланг. Хатоликни ҳисобланг.



6.1- расм.

6. Миснинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш

Сувда кислота, ишқор ва тузлар эриганда уларнинг молекулалари ионларга ажралади. Бу жараён *электролитик диссоциация* дейилади. Ионларга диссоциацияланган молекулалари бўлган эритма *электролит* деб аталади. Электролитларда заряд ташувчилар мусбат ва манфий зарядланган ионлардир.

Ичида электролит бўлган идишга манба қутбларига уланган электродлар туширилса, манфий ионлар мусбат электродга, яъни анодга томон, мусбат ионлар эса манфий электродга — катодга томон ҳаракатга келади. Натижада электр токи қарор топади.

Катодга етиб келган мусбат ионлар ундан ўзига етишмаётган электронни олади ва нейтрал атомга айланиб, электродда ўтириб қолади. Манфий ионлар анодга келиб, ортиқча электронни беради ва улар ҳам нейтрал атомлар ёки молекулаларга айланади.

Электролитдан электр токи ўтганда электролит таркибидаги моддаларнинг электродларда ажралиб чиқиш жараёни *электролиз* деб аталади.

Фарадейнинг биринчи қонунига кўра электролитдан электр токи ўтганда электродда ажралиб чиққан модданинг m массаси I ток кучига ва токнинг t ўтиш вақтига пропорционалдир:

$$m = kIt, \quad (6.1)$$

бу ерда k — пропорционаллик коэффициентини. (6.1) нфодага кўра $q = It = 1$ Кл бўлганда $m = k$, яъни k коэффициентнинг сон қиймати ионлар 1 Кл заряд олиб ўтганда электродда ажралган модда массасига тенг. Бу коэффициент модданинг электрохимиявий эквиваленти деб аталади. (6.1) тенгламага асосан электрохимиявий эквивалент кг/Кл ҳисобида ўлчанади. Агар электролитдан ўтган I ток кучи ва токнинг t ўтиш вақти ҳамда электролиз жараёнида ажралиб чиққан модданинг m массаси маълум бўлса,

$$k = \frac{m}{It} \quad (6.2)$$

тенгламадан модданинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш мумкин.

Ишнинг мақсади: электролиз ҳодисаси билан танишиш. Фарадейнинг биринчи қонунини тажрибада текшириш. Миснинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: ўзгармас ток манбаи, тарози ва тарози тошлари, амперметр, секундомер (соат), реостат, калит, мис электродлар, цилиндрик идиш, мис купороси эритмаси, уловчи симлар, қуритиш шкафи.

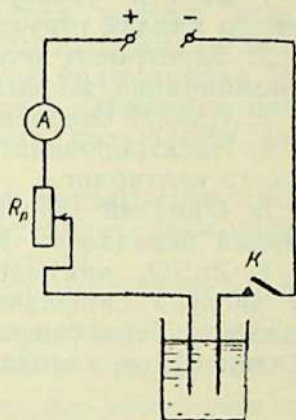
Ишни бажариш тартиби

1. Катод вазифасини ўтайдиган мис электроднинг m_1 массасини тарозида тортиб ўлчанг (тарози билан ишлаш қондалари 2-иловада келтирилган).

2. Мис купороси эритмасига мис электродларни ботиринг. Ток манбаи, амперметр, реостат, мис купороси эритмасига туширилган электродлар ва калитни кетма-кет улаб, занжир тузинг (6.1-расм).

3. Тажриба бошланган t_1 вақтни белгиланг. Калитни улаб, реостат ёрдамида ток кучи катталигини 1—1,5 А қийматида ўзгартирмай сақланг. Амперметрнинг кўрсатиши I ни белгиланг.

4. 15—20 мин вақт ичида электролитдан ток ўтгач, калитни узинг ва шу моментдаги t_2 вақтни белгиланг. Тажриба вақтини



6.1- расм.

$$t = t_2 - t_1$$

формула бўйича ҳисобланг.

5. Катодни эритмадан оҳиста чиқариб олинг ва уни шкафта қуритинг. Катоднинг унда ажралиб чиққан мис билан биргаликдаги m_2 массасини тарозида ўлчанг. $m = m_2 - m_1$ ифодадан электролиз жараёнида ажралиб чиққан миснинг m массасини ҳисобланг.

6. (6.2) тенгламадан миснинг k электрохимиявий эквиваленти қийматини аниқланг.

7. Тажрибани 2—3 марта такрорланг. Хатоликни ҳисобланг.

8. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	t_1 мин	t_2 мин	t , с	I , А	m_1 , кг	m_2 , кг	m , кг	k , $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	$\bar{k}$, $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	Δk , $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	$\Delta \bar{k}$, $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	$\frac{\Delta \bar{k}}{\bar{k}}$

9. Натижани $k = \bar{k} \pm \Delta \bar{k}$ кўринишда ёзиб қўйинг.

Савол ва топшириқлар

1. Электр ўтказувчанлик хусусиятига кўра суюқликлар қандай гуруҳларга ажратилади?
2. Электролит нима? Электролитик диссоциация ва рекомбинация жараёнлари ҳақида гапириб беринг.
3. Қандай жараён электролиз дейилади?
4. Электролизнинг техникада қўлланилишига мисоллар келтиринг.
5. Фарадей қонунларини айтиб беринг. Электрохимиявий эквивалент деб қандай катталиikka айтилади?
6. ZnSO_4 эритмасини электролиз қилишда 2 кВт · соат энергия сарфланган ва электролитик ванна клеммаларига берилган потенциаллар айирмаси 2 В га тенг бўлган бўлса, катодда қанча рух ажралиб чиққан?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, Т., 1991, 79—80-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 16.1—16.3-§§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 258—260-бетлар.

7. Электромагнит индукция ҳодисасини ўрганиш

Токли ўтказгичларнинг ўзаро таъсири *магнитик ўзаро таъсир* дейилади. Бу ўзаро таъсир токли ўтказгичлар атрофида ҳосил бўлган магнит майдон орқали содир бўлади. Магнит майдон магнит индукцияси деб аталган вектор катталик билан характерланади. Магнит майдондаги бирор нуқтада эркин турган магнит

стрелкасининг S (жанубий) қутбидан N (шимолий) қутбига томон олган йўналишини магнит индукцияси векторининг шу нуқтадаги йўналиши деб қабул қилинади.

Магнит майдоннинг тайинли бир нуқтасида магнит индукцияси катталиги шу нуқтада токли берк кичик рамкага таъсир қилувчи кучларнинг максимал $M_{\text{макс}}$ моментининг рамкадан ўтаётган I ток кучига ва рамканинг юзи S га нисбати билан аниқланади:

$$B = \frac{M_{\text{макс}}}{IS}. \quad (7.1)$$

СИ системасида магнит индукцияси бирлиги — Тесла (Тл):

$$1\text{Тл} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}.$$

Токли ғалтак ичидаги нуқталарда магнит индукцияси векторининг йўналиши парма қондасидан аниқланади: парманинг дастасини ғалтак ўрамларидан ўтаётган ток йўналишида айлантирилса, парманинг илгариланма ҳаракати йўналиши магнит индукцияси векторининг йўналишини кўрсатади.

Магнит майдоннинг кўргазмали манзарасини ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун магнит индукцияси чизиқлари деб аталадиган чизиқлар ясалади.

Бу чизиқларга ўтказилган уринмалар майдоннинг ҳар бир нуқтасида $\vec{B}$ магнит индукцияси вектори билан бир хил йўналган бўлади. Магнит индукцияси чизиқлари шундай ўтказиладики, уларнинг зичлиги $\vec{B}$ векторнинг катталигини харақтерлайди.

Берк ўтказгич контури билан чегараланган юзни кесиб ўтувчи магнит индукцияси чизиқларининг сони ўзгарса, бу контурда ток юзага келади. Бу ҳодиса *электромагнит индукция* ҳодисаси дейилади. Электромагнит индукция ҳодисаси туфайли юзага келган ток *индукцион ток* дейилади.

Индукцион токнинг йўналишини аниқлаш қондасини Э. Х. Ленц қуйидагича таърифлади: берк контурда пайдо бўладиган индукцион ток шундай йўналадики, бу ток ҳосил қилган магнит майдони индукцион токни юзага келтирган ташқи магнит майдонининг ўзгаришига тўсқинлик қилади.

Электр юритувчи куч мавжуд бўлгандагина занжирдан электр токи ўтади. Электромагнит индукция ҳоди-

саси туфайли вужудга келган бу электр юритувчи куч *индукция электр юритувчи куч* дейилади.

Электромагнит индукция қонунини миқдорий жиҳатдан таърифлаш учун магнит индукцияси оқими тушунчаси киритилади.

Юзи S бўлган сирт орқали ўтадиган магнит индукциясининг Φ оқими деб, магнит индукцияси вектори $\vec{B}$ нинг модули, S юз ҳамда $\vec{B}$ ва сиртга ўтказилган $\vec{n}$ нормал векторлар орасидаги α бурчак косинуси кўпайтмасига тенг бўлган миқдорга айтилади:

$$\Phi = BS \cos \alpha. \quad (7.2)$$

Магнит индукцияси оқимини S юзли сиртни кесиб ўтувчи $\vec{B}$ вектор чизиқларининг сонига пропорционал бўлган катталик сифатида талқин қилиш мумкин.

СИ системасида магнит индукцияси оқими веберларда ўлчанади (қисқача Вб):

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2.$$

М.Фарадей берк ўтказгич (контур) да пайдо бўладиган $\mathcal{E}_i$ индукция электр юритувчи кучи контур чегаралаган юз орқали ўтувчи Φ магнит индукцияси оқимининг $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ўзгариш тезлигига пропорционал эканини аниқлади:

$$\mathcal{E}_i = k \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}. \quad (7.3)$$

Бунда k — пропорционаллик коэффициентини. Бирликлар битта системада танланса ва Ленц қондаси ҳисобга олинса, k коэффициентини минус бирга тенг деб олиш керак. Шундай қилиб,

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}. \quad (7.4)$$

Ишнинг мақсади: электромагнит индукция ҳодисаси билан танишиш. Ленц қондасини текшириш. Электромагнит индукция қонунини сифат томондан текшириш.

Асбоб ва материаллар: миллиамперметр, аккумуляторлар батареяси, бири иккинчисига кирувчи ғалтаклар, донмий магнитлар, калит, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Гальванометр стрелкасининг оғишига қараб токнинг йўналишини аниқлаш учун 7.1-расмда кўрсатилгандек занжир йиғинг. Занжирдан йўналиши маълум бўлган жуда кичик токни ўтказинг. Токнинг йўналишига боғлиқ ҳолда гальванометр стрелкасининг оғиш йўналишини белгилаб қўйинг.

2. Гальванометр клеммаларини ташқи ғалтак клеммаларига уланг.

3. Ташқи ғалтак ичига доимий магнитнинг шимолий қутбини туширинг ва кейин чиқаринг. Ғалтакда ҳосил бўлаётган индукцион ток йўналишини гальванометр стрелкасининг оғишига қараб аниқланг. Натижани Ленц қонуни ва парма қондасидан фойдаланиб текширинг.

4. Учинчи пунктни доимий магнитнинг жанубий қутби учун такрорланг.

5. Ички ғалтакнинг клеммаларини реостат орқали ток манбаига уланг.

6. Ички ғалтак ўрамларидаги ток йўналишини унга уланган ток манбаининг қутблари ишорасига қараб аниқланг. Парма қондасидан ички ғалтакнинг қутбини аниқланг.

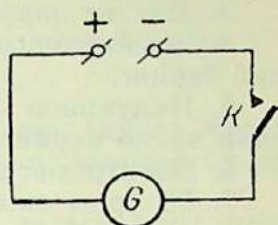
7. Ички ғалтакни клеммалари гальванометрға уланган ташқи ғалтак ичига туширинг ва кейин чиқаринг. Ташқи ғалтакда ҳосил бўлаётган индукцион токларнинг йўналишини гальванометр стрелкасининг оғишига қараб аниқланг ва натижани парма қондаси ҳамда Ленц қонунидан фойдаланиб текширинг.

8. Ички ғалтакни ташқи ғалтак ичига қўйинг. Калитни ёпинг ва узинг. Бу ҳолда ҳам индукцион ток йўналишини аниқланг.

9. Ички ғалтак калитини ёпиб, доимий ток ўтаётганда ташқи ғалтакда индукцион ток пайдо бўлмаслигига ишонч ҳосил қилинг.

10. Ички ғалтакдан ўтаётган ток кучини 2—3 марта кўпайтиринг ва 8 пунктни бажаринг.

Бунда индукцион ток (индукция ЭЮК) ички ғалтакдаги токнинг ўзгариш тезлигига (магнит индукцияси оқимининг ўзгариш тезлигига) пропорционал эканига ишонч ҳосил қилинг.



7.1- расм.

Савол ва топшириқлар

1. Магнит ўзаро таъсир деб нимага айтилади?
2. Магнит майдон индукцияси вектори деб қандай катталикка айтилади?
3. Магнит индукцияси оқими нима?
4. Электромагнит индукция ҳодисаси ҳақида гапириб бering.
5. Индукцион токнинг йўналишини аниқлаш қоида-сини айтиб бering.
6. Электромагнит индукция қонунини айтиб бering.
7. 50 ўрам симли соленоидда магнит оқими 3 с да-вомиди $3 \cdot 10^{-3}$ дан $2 \cdot 10^{-3}$ Вб гача бир текисда ўзгар-ган. Индукция ЭЮК ни топинг.

АДАБИЕТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитув-чи», Т., 1992, 1—4- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 18.1—18.5, 19.1—19.2- §§.
3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 298—306- бетлар.

8. Ферромагнит моддаларнинг магнит сингдирувчанлигини аниқлаш

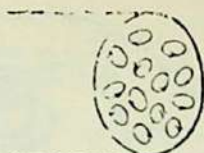
Электр токининг бирор моддада ҳосил қилган $\vec{B}$ магнит индукцияси вектори вакуумдаги $\vec{B}_0$ магнит индукцияси век-торидан фарқ қилади. Бир жинсли муҳит учун

$$\vec{B} = \mu \vec{B}_0 \quad (8.1)$$

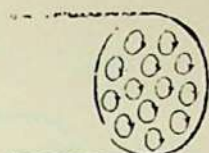
боғланишни ёзиш мумкин. Бу ерда μ — муҳитнинг маг-нит сингдирувчанлиги.

Ампер ҳар қандай жисмнинг магнит хоссалари унинг ичидаги берк тоқлар билан белгиланади деган гипоте-зани илгари сурди. Электронларнинг атомда ҳаракат қилиши натижасида молекулалар ва атомлар ичида элементар доиравий электр тоқлари мавжуд. Агар бу доиравий тоқларнинг текислиги бир-бирига нисбатан тартибсиз жойлашган бўлса (8.1-расм), натижавий электр токи нолга тенг бўлади ва модда магнит хосса-ларини намоён қилмайди. Ташқи магнит майдони таъ-сирида элементар тоқлар маълум ориентация олиб

жойлашади (8.2- расм).
Нативий магнит
майдон индукцияси
ташқи магнит майдон
билан моддада ҳосил
бўлган магнит майдон
индукциялари йиғин-
дисидан иборат бў-
лади.



8.1- расм.



8.2- расм.

Моддалар ўзларининг магнит хусусиятларига қараб
уч гуруҳга бўлинади: *диамагнетиклар*, *парамагнетиклар*
ва *ферромагнетиклар*.

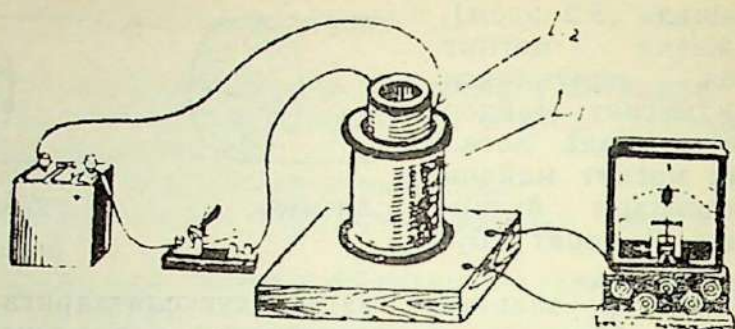
Ташқи магнит майдон таъсирида диамагнетик мод-
далар атомларида орбитал ҳаракат қилаётган элект-
ронларга Лоренц кучи таъсир қилади. Бу ўз навбатида
атомда индукцион тоқларни ҳосил қилади. Ленц қоида-
сига кўра индукцион тоқнинг магнит майдони индук-
цияси вектори уни ҳосил қилган ташқи магнит майдон
индукцияси векторига қарама-қарши йўналган. Бино-
барин, диамагнетиклар ташқи магнит майдонини заиф-
лаштиради ($\mu < 1$).

Ташқи магнит майдони таъсирида парамагнит мод-
далардаги элементар тоқлар ҳосил қилган магнит май-
дони индукцияси вектори ташқи майдон индукцияси
вектори билан бир хил йўналади. Бундай моддаларда
диамагнит эффектлар парамагнит эффектларга нисба-
тан жуда заиф. Шунинг учун парамагнит моддалар
ташқи электр майдонини кучайтиради ($\mu > 1$).

Ферромагнит моддаларда ($\mu \gg 1$) магнит майдонла-
ри фақат электронларнинг ядролар атрофида ҳаракат
қилиши туфайли эмас, балки «ўзларининг айланиши»
туфайли ҳам ҳосил бўлади.

Ферромагнитларнинг магнит сингдирувчанлигини
электромагнит индукцияси ҳодисасидан фойдаланиб ўл-
чаш мумкин.

Клеммаларига гальванометр улангач кенгроқ L_1 ғалтак
ичига ўзгармас ток манбаига уланган L_2 ғалтакни жойлаш-
тирайлик (8.3-расм). L_2 ғалтак занжири уланганда ва узил-
ганда L_1 ғалтакда индукцион ток ҳосил бўлади. I индукци-
он ток L_1 ғалтакни кесиб ўтувчи магнит индукцияси оқими-
нинг ўзгариш тезлигига, яъни ташқи $\vec{B}_0$ магнит майдоннинг
индукциясига пропорционалдир. Агар L_2 ғалтак ичига ферро-
магнит моддадан ясалган ўзак қўйилса, $\vec{B}$ магнит индукция-



8.3- расм.

си $\vec{B}_0$ га нисбатан μ марта ошади. Шунинг учун L_1 ғалтак-
ни кесиб ўтувчи магнит индукцияси оқимининг ўзгариш тез-
лиги ва унда ҳосил бўладиган I_μ индукцион ток ҳам шун-
ча марта ошади. Бинобарин,

$$\mu = \frac{B}{B_0} = \frac{I_\mu}{I} \quad (8.2)$$

ни ёзиш мумкин.

Ишнинг мақсади: моддаларнинг магнит хоссалари билан танишиш. Ферромагнит моддаларнинг магнит сингдирувчанлигини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: бир-бирининг ичига жойлашадиган иккита ғалтак, техник темирдан, кобальтдан, юмшоқ пўлатдан ишланган ўзақлар, гальванометр, гальванометрнинг ўлчаш чегарасини ошириш учун шунтлар, калит, ВС 4-12 тўғрилагичи, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Ташқи ғалтакка гальванометрни уланг. Ички ғалтакни ток манбаига калит орқали улаб ташқи ғалтак ичига жойланг (8.3-расмга қаранг.)

2. Калитни уланг ва узинг. Гальванометр стрелкаси ўнг ва чапга оғишларининг максимал қийматлари I' ва I'' ларни ёзиб олинг. Гальванометр кўрсаткичларининг ўртача қийматини $I = (I' + I'')/2$ дан ҳисобланг.

3. Гальванометр кўрсаткичлари қийматини $n = 100$ мартача кўпайтирадиган қилиб шунт уланг. Бундай шунтнинг қаршилиги $R_{ш}$ қуйидаги ифодадан топилади:

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_G}{(n-1)}.$$

Бу ерда R_G — гальванометрнинг қаршилиги.

4. Ички ғалтак ичига техник темирдан ишланган ўзакни туширинг. Калитни уланг ва узинг. Гальванометр оқишлари максимал қийматлари I'_μ ва I''_μ ларни ёзиб олинг. Бу қийматларнинг ўртачасини $I_\mu = (I'_\mu + I''_\mu)/2$ ифода орқали топинг.

5. (8.2) ифодадан техник темирнинг магнит сингдирувчанлигини аниқланг.

6. Тажрибани магнит майдонини ҳосил қилувчи ток кучининг ҳар хил қийматлари учун 3—4 марта такрорланг. Хатоликни ҳисобланг.

7. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	I'_μ мА	I''_μ мА	I_μ мА	I'_μ мА	I''_μ мА	I_μ мА	μ	$\bar{\mu}$	$\Delta \mu$	$\Delta \bar{\mu}$	$\frac{\Delta \bar{\mu}}{\bar{\mu}}$

8. Натижани $\mu = \bar{\mu} \pm \Delta \bar{\mu}$ кўринишда ёзиб қўйинг.

9. Тажрибани пўлат ва кобальт ўзақлари билан такрорланг.

10. Магнит сингдирувчанликнинг тажрибада аниқланган қийматларини жадвал қийматлари билан таққосланг.

Савол ва топшириқлар

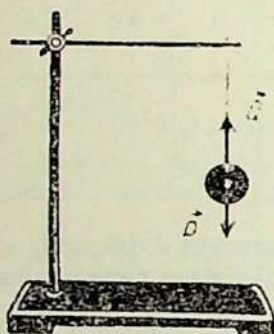
1. Моддаларнинг магнит хоссаларини айтинг.
2. Моддаларнинг магнит сингдирувчанлигини тушунтиринг.
3. Диамагнетиклар ва парамагнетиклар деб нимага айтилади?
4. Ферромагнетикларнинг асосий хоссаларини айтинг.
5. Токли соленоид ичига пўлат ўзак киритилса, унинг ичидаги магнит майдони неча марта ортади?

1. Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Тошкент, 1991, 60—66-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 18.6—18.8, 19.1—19.2-§§.

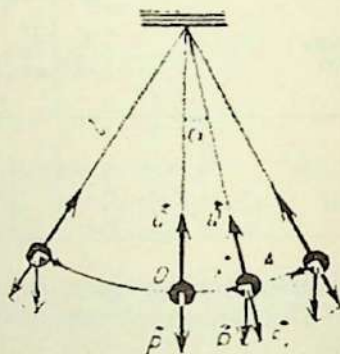
IV. ТЕБРАНИШЛАР ВА ТЎЛҚИНЛАР. ЎЗГАРУВЧАН ТОК

1. Математик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш

Ўзун, вазнсиз, чўзилмайдиган ипга осилган моддий нуқта *математик маятник* деб аталади. Ўзун ингичка ипга осилган кичкина массив шарча амалда математик маятник каби ҳаракатланади.



1.1- расм.



1.2- расм,

Маятник ҳаракат қилмаётган бўлса, шарчага таъсир этувчи $\vec{P} = m\vec{g}$ оғирлик кучи ва ипнинг $\vec{Q}$ таранглик кучи бир-бирини мувозанатлайди (1.1-расм). Маятникни мувозанат вазиятидан унча катта бўлмаган α бурчакка оғдириб (1.2-расм), қўйиб юборайлик. Бу ҳолда $\vec{P} = m\vec{g}$ оғирлик кучини икки-та: ип бўйлаб йўналган $\vec{F}_1$ ва ипга перпендикуляр йўналган $\vec{F}$ ташкил этувчиларга ажратиш қулай. Ипнинг $\vec{Q}$ эластик-лик кучи ва оғирлик кучининг $\vec{F}_1$ ташкил этувчиси бир-бирини мувозанатлайди. Оғирлик кучининг $\vec{F}_1$ кучга перпенди-

куляр йўналган $\vec{F}$ ташкил этувчиси шарчани мувозанат вазиятига қайтарувчи кучдир. Бу куч таъсирида шарча мувозанат вазияти томон ҳаракат қила бошлайди. Шарча мувозанат вазиятига яқинлашган сари $\vec{F}$ ташкил этувчи камайиб боради ва шарча мувозанат вазиятидан ўтаётганда нолга тенг бўлади. Лекин шарча ўз инертлиги туфайли ҳаракатини давом эттириб, маятник қарама-қарши томонга оға бошлайди. Бунда $\vec{F}$ ташкил этувчи тезликка қарши йўналган. Шунинг учун шарчанинг тезлиги камая бошлайди ва α бурчакка оғач, шарча тўхтайти. Бу вазиятда $\vec{F}$ куч энг катта қийматга эришади ва мувозанат вазияти томон йўналган бўлади. Шундан кейин жараён такрорланади.

Математик маятникнинг бирор вазиятдан бир томонга кетма-кет икки марта ўтиши ўртасидаги ҳаракати *тўлиқ тебраниш* дейилади. Битта тўлиқ тебраниш учун кетган T вақт тебраниш даври дейилади. Тебраниш даври вақт бирликларида ўлчанади.

Бир секунддаги тебранишлар сони ν тебраниш частотаси деб аталади:

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (1.1)$$

Агар бир секундда битта тебраниш содир бўлса, тебранишлар частотаси бир бирликка тенг. Бу бирлик *Герц* (Гц) деб аталади.

Математик маятникнинг тебраниш даври қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1.2)$$

Бунда l — маятник узунлиги, g — эркин тушиш тезлашиши. (1.2) тенгламадан

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (1.3)$$

ни ҳосил қиламиз. Агар t вақт ичида маятник n марта тебранган бўлса,

$$T = \frac{t}{n}. \quad (1.4)$$

(1.4) ни (1.3) га қўйиб,

$$g = \frac{4 \pi^2 l \cdot n^2}{t^2} \quad (1.5)$$

ни ҳосил қиламиз.

Ишнинг мақсади: тебранма ҳаракат қонунлари билан танишиш. Математик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тешик шарча, муфтали ва ҳалқали штатив, секундомер, ўлчов лентаси, ип, турли массага эга бўлган тешик шарчалар.

Ишни бажариш тартиби

1. Столчанинг четига штативни ўрнатинг. Унинг юқори учига муфта ёрдамида ҳалқани маҳкамланг ва унга шарчани ип билан осиб қўйинг.

2. Шарчани бир томонга бир оз (5—10 см) оғдирган ҳолда қўйиб юборинг. Шу пайтнинг ўзида секундомерни ишга тушинг.

3. 1—1,5 мин га тенг t вақт ичидаги тўлиқ тебранишлар сони n ни аниқланг.

4. Маятникнинг l узунлигини ўлчов лентаси билан ўлчанг.

5. (1.5) ифодадан g эркин тушиш тезланишини ҳисобланг.

6. Ипнинг узунлигини ўзгартириб, тажрибани 3—4 марта такрорланг.

7. Хатоликни ҳисобланг.

8. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	n	t , с	l , м	g , м/с ²	$g_{\text{эрт.}}$ м/с ²	Δg , м/с ²	$\Delta g_{\text{эрт.}}$ м/с ²	$\frac{\Delta g_{\text{эрт.}}}{g_{\text{эрт.}}}$

9. Натижани $g = g_{\text{эрт.}} \pm \Delta g_{\text{эрт.}}$ кўринишда ёзинг.

10. Тажрибада топилган эркин тушиш тезланиш қийматини жадвалдаги қиймати билан таққосланг.

11. Математик маятник узунлигининг турли қийматлари учун маятник тебраниш даврини 5—6 марта аниқланг.

12. Натижаларни T , (Nl) координата ўқларида графикда ифодаланг. Графикни тушунтиринг.

13. Математик маятник тебраниш даврининг маятник массасига боғлиқ эмаслигини текширинг. Натижаларни m , T координаталарда ифодаланг.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай ҳаракат тебранма ҳаракат деб аталади?

2. Тўлиқ тебраниш нима?

3. Тебраниш даври ва частотаси таърифларини айтиб беринг.

4. Математик маятник деб нимага айтилади?

5. Математик маятникни тебранма ҳаракатга келтирувчи кучларни кўрсатинг.

6. Математик маятник тебраниш даври нималарга боғлиқ?

7. Узунлиги 100 ва 400 см ли математик маятниклар берилган. Бу маятникларнинг тебраниш даври ва частотасини топинг ва солиштиринг.

АДАБИЁТ

1. И. К. Қиконин, А. Қ. Қиконин. Физика-9, «Ўқитувчи», Т., 1991, 53—56- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 6.1—6.17- §§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 328—334- бетлар.

2. Ҳавода товуш тўлқинининг узунлигини ва тезлигини резонанс труба ёрдамида аниқлаш

Фазода вақтга боғлиқ ҳолда тарқалувчи тебранишлар *тўлқин* деб аталади.

Бир давр давомида тебранишлар тарқаладиган масофа λ *тўлқин узунлиги* деб аталади.

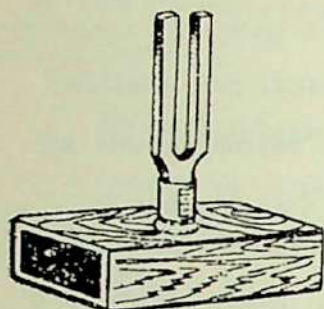
Тўлқин тарқалаётган муҳитнинг бир тўлқин узунлиги жойлашадиган икки нуқтаси бир хил фаза билан тебранишига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Шунинг учун бир хил фаза билан тебранувчи нуқталар орасидаги масофа ҳам тўлқин узунлиги деб аталади.

Бир давр давомида тўлқин λ масофага силжиши сабабли, унинг тезлиги

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (2.1)$$

формула билан ифодаланади. Бу ерда T — тебранишлар даври. Қуйидаги

$$v = \frac{1}{T} \quad (2.2)$$



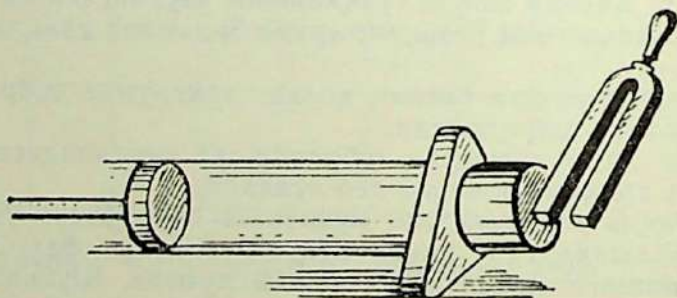
2.1- расм.

катталиқ *тўлқин частотаси* деб аталади.

Частотаси 17—20 дан 20 000 Гц гача бўлган тўлқинлар эшитиш органларига таъсир қилади. Бундай тўлқинлар *товуш тўлқинлари* деб аталади.

Товуш манбаи сифатида камертондан фойдаланайлик (2.1- расм). Камертон шохчаларига резина болғача билан урсак, улар тебранма ҳаракатга келади. Тебранувчи шохчанинг бир томони унга ёпишиб турган ҳаво қатламини сиқади, аини пайтда унинг иккинчи томони ҳавони сийраклантиради. Ҳавонинг бундай зичланишлари ва сийракланишлари вақт ўтиши билан навбатлашиб тўлқин равишда иккала томонга тарқалади ва эшитиш органларига етиб келгач, унда босимнинг даврий тебранишларини юзага келтиради.

Камертон шохчаси бир томонида поршень бўлган труба^{нинг} очиқ оғзи яқинида тебранма ҳаракатга келтирилган бўлсин (2.2- расм). Камертондан чиққан товуш тўлқинлари трубага кириб, поршень деворидан



2.2- расм.

қайтади. Трубага кираётган ва поршендан қайтган тўлқинлар қарама-қарши йўналишда тарқалади. Натижада поршень ичидаги ҳаво устунининг ҳар бир қисмида трубага кираётган ва поршендан қайтган икки тўлқин учрашади.

Агар бирор нуқтада фазалари бир хил бўлган тебранишлар қўшилса, тебранишлар амплитудаси икки марта ортади (дўнглик), қарама-қарши фазали тебранишлар қўшилса, бу нуқта тинч ҳолатда қолади (тугун). Тарқалаётган ва қайтган тўлқинларнинг қўшилиши натижасида фазода силжимайдиган тўлқин ҳосил бўлади. Бундай тўлқинлар *турғун тўлқинлар* деб аталади. Қўшни тугунлар (ёки дўнгликлар) орасидаги масофа тарқалаётган тўлқин узунлигининг ярмига тенг. Бу масофа *турғун тўлқин узунлиги* дейилади.

Поршенни у ёки бу томонга суриб, трубадаги ҳаво устунининг узунлигини танлаш мумкин. Камертон товуши поршеннинг шундай ҳолатида кучаядики, бунда ҳаво устунининг узунлиги турғун тўлқиннинг тоқ сон ярим тўлқин узунлигига тенг бўлади. Бу ҳолда труба-нинг очиқ учида дўнглик ҳосил бўлиб, товуш кучаяди. Поршеннинг товушни кучайтирувчи икки кетма-кет келган вазиятида трубадаги ҳаво устунларининг a_1 ва a_2 узунликлари айирмасига битта турғун тўлқин тўғри келади. Тарқалувчи тўлқиннинг узунлиги эса иккита турғун тўлқин узунлигига тенг:

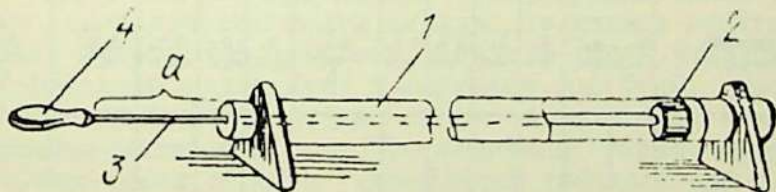
$$\lambda = 2(a_2 - a_1) \quad (2.3)$$

ёки

$$\lambda = a_1 + a_2. \quad (2.4)$$

Мазкур ишда товуш тўлқинининг узунлиги ва тезлиги резонанс труба поршенининг вазиятини товушни кучайтирадиган қилиб танлаш орқали аниқланади.

Резонанс труба юпқа деворли бир учи очиқ металл ёки картон труба 1 дан иборат бўлиб, унинг диаметри 40—50 мм, узунлиги 900 мм бўлади (2.3- расм). Труба



2.3- расм.

ичидаги стержень 3 га даста 4 ли поршень 2 ўрнатилган. Поршень юмшоқ шайбага эга бўлиб, труба деворларига зич тегиб туради ва стержень билан биргаликда силжийди. Стержень ўлчами шундай танланганки, поршень трубанинг очик учига бориб етганда стержень дастаси унинг қарама-қарши томонига тегади. Стерженьни силжитиб ва дастадан труба четигача бўлган масофани ўлчаш орқали поршендан трубанинг очик учигача бўлган ҳаво устуни узунлигини аниқлаш мумкин.

Ишининг мақсади: тўлқин ҳодисалар, товуш тўлқинлари, турғун тўлқинлар билан танишиш. Товуш тўлқинининг узунлигини ва тезлигини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: резонанс труба, частоталари 400 ва 600 Гц га яқин бўлган иккита камертон, камертонни тебратиш учун резина болғача, сантиметрли ўлчов лентаси, уй термометри.

Ишни бажариш тартиби

1. Дафтарингизга ҳавонинг ҳароратини ёзиб қўйинг.
2. Резонанс труба поршеньни у трубанинг очик учига келгунча силжитинг. Резина болғача билан 600 Гц га яқин частотали камертонни уриб товуш чиқаринг.
3. Камертонни трубанинг очик учи яқинига келтиринг. Поршеньни аста-секин силжитиб, биринчи максимал товуш эшитилишига эришинг. Шу вазиятда дастадан труба учигача бўлган a_1 масофани ўлчов лентаси ёрдамида аниқланг.
4. Камертонни резина болғача билан уринг. Камертон товуш чиқаришининг иккинчи максимал ҳолатигача поршеньни силжитишда давом эттиринг. Шу вазиятда дастадан труба учигача бўлган a_2 масофани ўлчанг.
5. (2.3) ва (2.1) ифодалардан товушнинг λ тўлқин узунлигини ва v тезлигини аниқланг.
6. Тажрибани 3—4 марта такрорланг.
7. Хатоликни ҳисобланг.
8. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	a_1 , мм	a_2 , мм	λ , мм	$\bar{\lambda}$, мм	$\Delta \lambda$, мм	$\Delta \bar{\lambda}$, мм	$\frac{\Delta \bar{\lambda}}{\bar{\lambda}}$	v , м/с	$\bar{v}$, м/с	Δv , м/с	$\Delta \bar{v}$, м/с	$\frac{\Delta \bar{v}}{\bar{v}}$

9. Топилган катталикларни қуйидагича ёзинг:

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta \bar{\lambda}; \bar{\nu} = \bar{\nu} \pm \Delta \bar{\nu}.$$

10. 400 Гц га яқин частотали камертон билан тажрибани такрорланг.

11. Тажрибада аниқланган товуш тезлиги катталигини тажриба ўтказилган хона ҳарорати учун жадвалдаги қиймат билан таққосланг.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай тўлқинларга кўндаланг ва бўйлама тўлқинлар дейилади?

2. Тўлқин узунлиги, частотаси ва унинг тарқалиш тезлиги ўртасидаги боғланишни ёзинг.

3. Қандай тўлқинлар товуш тўлқинлари дейилади?

4. Товушнинг қаттиқлиги нима? Тоннинг баландлиги қандай баҳоланади?

5. Камертоннинг тебраниш частотаси 440 Гц. Камертондан чиқаётган товуш тўлқинларининг ҳаводаги ва сувдаги тўлқин узунлиги қандай? Ҳавода товушнинг тарқалиш тезлиги 0°C ҳароратда 332 м/с, сувда эса 1400 м/с.

АДАБИЁТ

1. И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. Физика-9, «Ўқитувчи». Тошкент, 1991, 58—62-§§.

2. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1977, 37—44, 48-§§.

3. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 355—363, 367—372-бетлар.

4. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 6.9—6.16-§§.

3. Ғалтакнинг индуктивлигини резонанс усули билан аниқлаш

Берк ўтказгич контури билан чегараланган юзни кесиб ўтувчи магнит индукцияси чизиқларининг сони ўзгарса, контурда ток юзага келади. Бу ҳодиса *электромагнит индукцияси ҳодисаси* дейилади. Берк ўтказгичдан (масалан ғалтакдан) ўзгарувчан ток ўтиб турса, ўтказгични кесиб ўтаётган магнит индукцияси оқими ўзгариши натижасида шу ўтказгичнинг ўзида индукцион ток ҳосил бўлиши *ўзиндукция ҳодисаси* деб аталади.

Электромагнит индукция қонунига кўра берк контурдаги $\mathcal{E}_i$ индукция ёки ўзиндукция электр юритувчи кучлари шу контур билан чегараланган юз орқали ўтадиган магнит индукцияси оқими ўзгариш тезлигининг манфий ишора билан олинган қийматига тенг:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}. \quad (3.1)$$

Бу ерда $\Delta \Phi$ — магнит индукцияси оқимининг ўзгариши, Δt — шу ўзгариш юз берган вақт.

Ток ҳосил қиладиган $\vec{B}$ магнит индукцияси I ток кучига пропорционалдир. Φ магнит индукцияси оқими эса магнит индукциясига пропорционал. Шунинг учун магнит индукцияси оқими ток кучига пропорционал дейиш мумкин. Бинобарин,

$$\Phi = LI \quad (3.2)$$

кўринишда ёзиш мумкин. Бунда L — пропорционаллик коэффициенти. Бу коэффициент *контурнинг индуктивлиги* деб аталади. (3.1) ва (3.2) га кўра ўзиндукция электр юритувчи кучи қуйидагича топилади:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}. \quad (3.3)$$

(3.3) формуладан индуктивликнинг физик маъноси келиб чиқади: индуктивлик контурдаги ток кучи бир секундда бир бирликка ўзгарганда контурда ҳосил бўладиган ўзиндукция электр юритувчи кучига сон жиҳатдан тенг бўлган физик катталиқдир.

СИ системасида индуктивлик генри (Гн) ларда ўлчанади. Бу бирлик

$$L = - \frac{\mathcal{E}_i}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

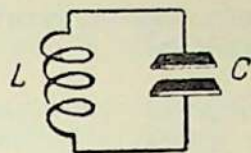
ифодадан топилади:

$$[L] = \frac{[\mathcal{E}_i]}{\left[\frac{\Delta I}{\Delta t} \right]} = \frac{B}{\frac{A}{c}} = \frac{B \cdot c}{A} = \text{Гн}.$$

Мазкур ишда ғалтакнинг индуктивлиги эркин ва мажбурий электромагнит тебранишлар частоталарининг мос келиши натижасида юзага келадиган резонанс орқали аниқланади.

Эркин электромагнит тебранишлар конденсатор ва унинг қопламаларига уланган ғалтакдан иборат тебраниш контурида юзага келиши мумкин (3.1-расм).

Тебраниш контуридаги эркин электромагнит тебранишларнинг T даври



3.1-расм.

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (3.4)$$

га тенг эканини кўрсатиш мумкин. Бу ерда C — конденсаторнинг электр сифими; L — ғалтакнинг индуктивлиги. (3.4) Томсон формуласи дейилади. Тебранишлар частотаси (3.4) ифодага кўра

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.5)$$

формуладан топилади.

Агар тебраниш контури ўзгарувчан ток генераторига уланса, занжирда мажбурий электромагнит тебранишлар юзага келади. Мажбурий тебранишлар частотаси контурнинг (3.5) ифода орқали аниқланадиган хусусий тебранишлар частотасига яқин бўлганда занжирнинг умумий қаршилиги минимал бўлади, ток кучи эса максимал қийматга эришади (резонанс). Частотанинг қолган қийматларида занжирнинг қаршилиги катта, ток кучи эса кичик бўлади.

Ишнинг мақсади: электромагнит индукция ва ўзиндукция ҳодисалари билан танишиш. Эркин ва мажбурий электромагнит тебранишларни, ўзгарувчан ток занжирида резонанс ҳодисасини ўрганиш, резонанс методи ёрдамида ғалтакнинг индуктивлигини аниқлаш.

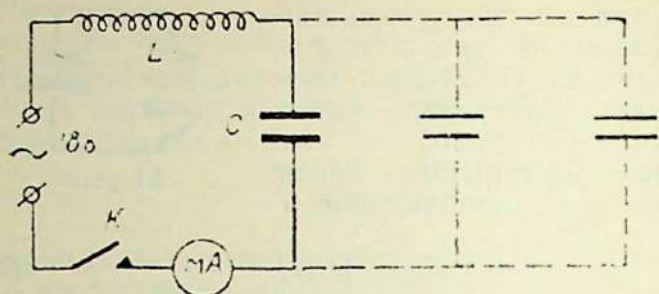
Асбоб ва материаллар: индуктивлиги аниқланадиган ғалтак, ҳар хил сифимли конденсаторлар тўплами, ўзгарувчан ток миллиамперметри, 18 В ўзгарувчан ток клеммалари бўлган ВС-6 тўғрилагич, калит, темир ўзак, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. 3.2-расмда кўрсатилган схема бўйича занжир тузинг. Бунда ўзгарувчан ток кучланиши 18 В, частотаси $f=50$ Гц.

2. Калитни уланг. Занжирдаги ток кучи катталигини ўлчанг.

3. Ҳар хил сифимли конденсаторлардан турлича си-



3.2- расм.

ғимга эга бўлган батареялар тузиб (бунда батареяларнинг сифими секин-аста ошиб боришига эришиш керак), занжирга уланг ва ҳар хил занжирдаги ток кучи катталигини ўлчанг.

4. Ўлчаш натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	C , мкФ	I , мА

5. Ток кучининг сифимга боғланиш графигини чизинг.

6. Графикдан ток кучининг максимал қийматига мос келган конденсаторлар батареясининг C_p сифимини белгиланг.

7. Қуйидаги

$$L = \frac{1}{4 \pi^2 f^2 C_p}$$

ифода орқали ғалтакнинг индуктивлигини ҳисобланг.

8. Тажрибани 3—4 марта такрорланг.

9. Хатоликни ҳисобланг ва натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

Тажриба номери	C_p , мкФ	L , Гн	$\bar{L}$, Гн	ΔL , Гн	$\Delta \bar{L}$, Гн	$\frac{\Delta \bar{L}}{\bar{L}} \cdot 100\%$

10. Тажриба натижасини $L = \bar{L} \pm \Delta \bar{L}$ кўринишда ёзинг.
11. Ғалтак ичига темир ўзак киритиб, тажрибани такрорланг.
12. Темир ўзак ғалтак индуктивлигини бир неча марта оширишига ишонч ҳосил қилинг. Натижани тушунтиринг.

Савол ва топшириқлар

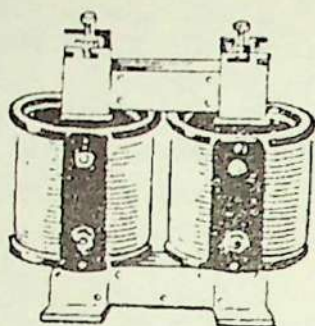
1. Магнит оқимини ва уни ўзгартириш усулларини тушунтиринг.
2. Электромагнит индукция ҳодисаси деб нимага айтилади?
3. Ўзиндукция ва индуктивликни тушунтиринг.
4. Эркин электромагнит тебранишларнинг ҳосил бўлишини ва уларнинг даври ҳамда частотасини айтиб беринг.
5. Мажбурий электромагнит тебранишларни тушунтиринг. Резонанс нима?
6. Ғалтакнинг индуктивлигини ўлчашда контурдаги электромагнит тебранишлар частотаси 1 МГц бўлган. Эталон конденсаторнинг сифими 200 пФ. Ғалтакнинг индуктивлиги қандай?

АДАБИЕТ

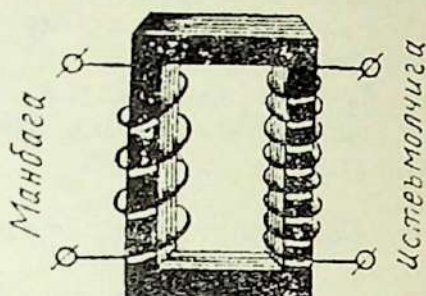
1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 11—12- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 14.18—14.21, 19.1—19.2, 19.6—19.7- §§.

4. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициентини аниқлаш

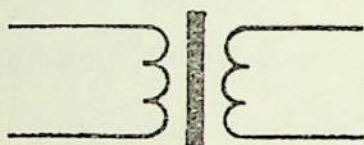
Ўзгарувчан ток ва кучланишни ўзгартириш учун трансформаторлардан фойдаланилади. Трансформатор берк темир ўзакдан ва унга кийдирилган чулғамли иккита ёки ундан ортиқ ғалтакдан иборат (4.1- расм). Чулғамлардан бири ўзгарувчан кучланиш манбаига уланади. Бу чулғам *бирламчи чулғам* деб аталади. Иккинчи чулғамга электр энергияси олувчи асбоб ва қурилмалар (нагрузка) уланади. Бу чулғам *иккиламчи чулғам* деб аталади (4.2- расм). Мазкур ишда икки чулғамли трансформатор билан иш кўрилади. Унинг



4.1- расм.



4.2- расм.



4.3- расм,

қабул қилинган шартли белгиси 4.3- расмда кўрсатилган.

Трансформаторнинг ишлаш принципи электромагнит индукция ҳодисасига асосланган.

Бирламчи ва иккиламчи чулғамлардаги ўрамлар сони мос равишда n_1 ва n_2 га тенг бўлсин. Агар нагрузка уланмаган бўлса, бирламчи чулғамдаги U_1 кучланишнинг иккиламчи чулғамдаги U_2 кучланишга нисбати ғалтакларнинг ўрамлари сони нисбатига тенг эканини кўрсатиш мумкин:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k \quad (4.1)$$

k катталиқ трансформация коэффиценти деб аталади. Агар $k > 1$ бўлса, яъни бирламчи чулғамдаги ўрамлар сони n_1 иккиламчи чулғамдаги ўрамлар сони n_2 дан катта бўлса, трансформатор пасайтирувчи, $k < 1$ бўлса, юксалтирувчи дейилади.

Энергиянинг сақланиш қонунига мувофиқ бирламчи чулғамдаги

$$N_1 = I_1 U_1. \quad (4.2)$$

қувват иккиламчи чулғамдаги

$$N_2 = I_2 U_2 \quad (4.3)$$

қувватга тенг бўлиши керак. Бу ерда I_1 , I_2 — бирламчи ва иккиламчи чулғамлар занжиридан ўтадиган ток кучлари. Амалда чулғамларда ва темир ўзакда иссиқлик ажралиб чиқиши туфайли энергия исроф бўлиши нати-

жасида иккиламчи чулғамдаги қувват камаяди. Иккиламчи чулғамдаги қувватнинг бирламчи чулғамдаги қувватга нисбати трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти деб аталади:

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \quad (4.4)$$

ёки фозларда

$$\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%. \quad (4.5)$$

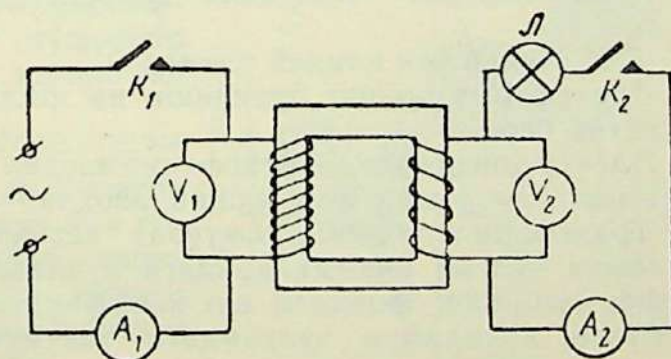
Ишнинг мақсади: трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти аниқлашни, ўзгарувчан токнинг ўлчов асбоблари билан ишлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: трансформатор, 250 В га мўлжалланган ўзгарувчан ток вольтметри, 15—25 В га мўлжалланган ўзгарувчан ток вольтметри, ўзгарувчан ток амперметрлари, панелга ўрнатилган иккита 12 В га мўлжалланган лампочкалар, 2 та калит, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Трансформаторнинг бирламчи ғалтаги (220 В), K_1 калит ва A_1 амперметрдан иборат бирламчи занжир тузинг (4.4- расм). Занжирни 220 В ли кучланиш тармоғига уланг. K_1 калитни улаб, занжирни текширинг.

2. Трансформаторнинг иккиламчи ғалтаги (12 В), лампочка, A_2 амперметр ва K_2 калитдан иборат иккиламчи занжир тузинг. K_2 калитни улаб, лампочка ёнишини текширинг.



4.4- расм.

3. K_2 калитни узиб, иккиламчи занжирдаги лампочкани ўчиринг. Бу ҳолда трансформатор нагрукасиз ишлайди (салт ишлайди).

4. 250 В га мўлжалланган вольтметрни бирламчи ғалтак клеммасига улаб, бирламчи занжирнинг U_1 кучланишини ва амперметр ёрдамида I_1 ток кучини ўлчанг.

5. 15—25 В га мўлжалланган вольтметрни иккиламчи ғалтак клеммаларига уланг. K_2 калитни улаб, иккиламчи занжирдаги U_2 кучланишини ва I_2 ток кучини ўлчанг.

6. (4.5) ифода ёрдамида фойдали иш коэффициентини ҳисобланг.

7. Иккиламчи занжирга иккинчи лампочкани кетмакет ва параллел улаб, тажрибани такрорланг.

8. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	U_1 , В	I_1 , А	U_2 , В	I_2 , А	R , шартли бирликлар- да	η , %

9. Фойдали иш коэффициентининг нагруккага боғланишини R , η координаталарда ифодаланг.

Савол ва топшириқлар

1. Электромагнит индукция ҳодисасини тушунтиринг.

2. Ўзгарувчан ток қандай олинади?

3. Трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш принципини айтиб беринг.

4. Электр энергиясини исроф қилмасдан узатиш ва тақсимлашнинг физик асосларини изоҳлаб беринг.

5. Трансформатор 90 Вт қувват истеъмол қилади. Иккиламчи чулғам клеммаларидаги кучланиш 12 В ва трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти 75% га тенг бўлса, иккиламчи чулғамдаги ток кучини аниқланг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 23—27-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 15.4, 20.1, 20.7, 20.10-§§.

5. Электромагнит тўлқинларнинг хоссаларини кузатиш

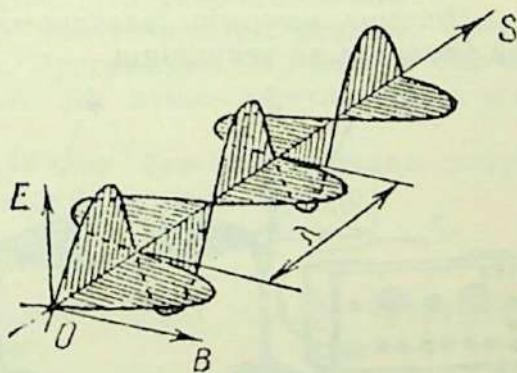
Электр ва магнит майдонлар бир-бири билан боғланган. Максвелл ғояларига кўра ўзгарувчан электр майдон ўзгарувчан уюрмали магнит майдонни юзага келтиради, ўзгарувчан магнит майдон эса ўзгарувчан уюрмали электр майдонни вужудга келтиради. Бир-бири билан боғланган ва бири иккинчисига айланиши мумкин бўлган уюрмали электр ва магнит майдонлар биргаликда *электромагнит майдон* деб аталади.

Максвелл бир-бири билан боғланган электр ва магнит майдонларнинг ўзгаришлари фазода ёруғлик тезлиги билан тарқалишини назарий жиҳатдан кўрсатиб берди. Фазода тарқалувчи ўзгарувчан электромагнит майдон *электромагнит тўлқин* деб аталади.

Зарядланган зарраларнинг нотекис ҳаракати электромагнит тўлқин тарқалишига сабаб бўлади. Хусусан, гармоник тебранаётган зарядлар синусонал тўлқинлар тарқатади. 5.1-расмда OS ўқи бўйлаб тарқалаётган электромагнит тўлқиннинг «оний фотографияси» тасвирланган.

Электромагнит тўлқинлар кўндаланг тўлқинлардир: тўлқиндаги $\vec{E}$ электр майдон кучланганлиги ва $\vec{B}$ магнит майдон индукцияси векторлари ўзаро ҳамда тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикулярдир. Бундай тўлқинлар *қутбланган тўлқинлар* дейилади.

Ўнг резъбали парма $\vec{E}$ вектордан $\vec{B}$ векторга томон энг қисқа йўл билан буралганда парма тўлқин тезлиги вектори йўналишида илгариланма ҳаракат қилади.



5.1- расм.

Механик, ёруғлик тўлқинлари каби электромагнит тўлқинлар ҳам муҳитда тарқалаётганда ютилади ва сочилади. Электромагнит тўлқинлар металл пластинкадан қайтади ва бунда тушиш бурчаги қайтиш бурчагига тенг.

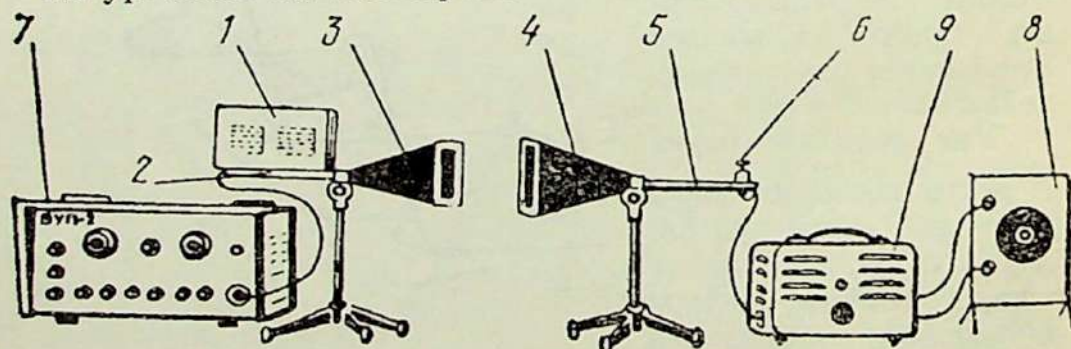
Электромагнит тўлқинлар диэлектрик чегарасида ўз йўналишини ўзгартиради, яъни синади.

Электромагнит тўлқин йўлига металл стерженлардан ясалган панжара қўйилган бўлсин. Тўлқиннинг $\vec{E}$ электр майдон кучланганлиги вектори стерженларга параллел бўлса, стерженларда ток индукцияланади, натижада панжара тўлқинларни яхлит металл пластинка каби қайтаради. $\vec{E}$ вектор стерженларга перпендикуляр бўлса, уларда ток индукцияланмайди ва электромагнит тўлқин панжара орқали ўтиб кетади.

Электромагнит тўлқинлар билан интерференция ва дифракция сингари тўлқин ҳодисаларни ҳам кузатиш мумкин.

Мазкур ишда электромагнит тўлқин манбаи сифатида ўта юксак частотали (УЮЧ) генератор 1 дан фойдаланилади. Генератор комплектига тўғри тўртбурчак кесимли тўлқин ўтказгич 2 ва электромагнит тўлқинлари нурланишларини йўналтирадиган рупор антенна 3 киради. Қабул қилувчи рупор 4 нинг давоми тўлқин ўтказгич 5 бўлиб, унинг охирида детекторли қурилма 6 бор. Генератор ВУП тўғрилагич 7 дан энергия олади. Генераторнинг тебранишлари товуш частотаси билан модуляцияланади. Қабул қилинган сигнал детекторлангандан кейин паст частотали кучайтиргич 9 да кучайтирилиб, динамик 8 орқали эшиттирилиши мумкин бўлади (5.2- расм).

Ишнинг мақсади: электромагнит тўлқин хоссаларини ўрганиш ва текшириш.



5.2- расм.

Асбоб ва материаллар: ўта юқори частотали генератор (ЎЮЧ генератор), давоми рупор шаклидаги тўлқин ўтказгич, давоми тўлқин ўтказгич шаклида бўлган қабул қилувчи рупор, паст частотали кучайтиргич (ПЧК), детекторли қурилма, динамик, ВУП тўғрилагич, диэлектрик жисмлар (резина, ёғоч брусочлар, парафин ва бошқалар), металл пластинка, металл стерженлардан ясалган панжара, диэлектрикдан ясалган учбурчакли призма.

Ишни бажариш тартиби

1. Қолодкали электр кабель ёрдамида ЎЮЧ генераторни таъминлаш манбаи — ВУП тўғрилагичга уланг.

2. Детекторли қурилмани тўлқин ўтказгичга ўрнатинг, қурилманинг чиқишини динамикли паст частоталар кучайтиргичига уланг, тарқатувчи ва қабул қилувчи рупорларни бир-бирининг рўпарасига жойлаштиринг (5.2-расм).

3. ВУП тўғрилагични ток манбаига уланг ва динамикда товушнинг энг яхши эшитилишига эришинг.

4. Рупорлар орасига турли диэлектрик моддалар қўйинг. Товуш қаттиқлигининг ўзгаришини тушунтиринг.

5. Рупорлар орасига металл пластинка қўйинг. Бунда нима учун товуш эшитилмаслигини изоҳланг.

6. Рупорларни катта металл лист рўпарасига бир хил бурчак остида ўрнатиб, товушнинг энг яхши эшитилишига эришинг. Лист олиб ташланса ёки бурилса, товуш эшитилмайди. Бунинг сабабини баён қилинг.

7. Рупорлардан бирини ўқи атрофида 90°га буринг. Товуш эшитилмай қолиши сабабини тушунтиринг.

8. Рупорлар орасига металл панжарани аввал горизонтал, кейин вертикал қилиб ўрнатинг. Бу вазиятларнинг бирида товуш чиқмаслиги сабабини ёзинг.

9. Рупорлар орасига диэлектрикдан ясалган учбурчакли призма ўрнатинг. Рупорларни бир-бирига бурчак остида ўрнатиб, товушни энг яхши эшитилишига эришинг.

10. Призма олиб қўйилса ёки уни бурилса, товуш йўқолади. Ҳодисанинг сабабини баён қилинг.

Савол ва топшириқлар

1. Электр майдон билан магнит майдон ўртасидаги боғланишни тушунтиринг.

2. Электромагнит майдон деб нимага айтилади?

3. Электромагнит тўлқинлар нима?

4. Электромагнит тўлқинларнинг қандай хоссаларини биласиз?

5. Антеннани тузука том остидаги чердакка ўрнатиш мумкинми?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 28—35-§§.

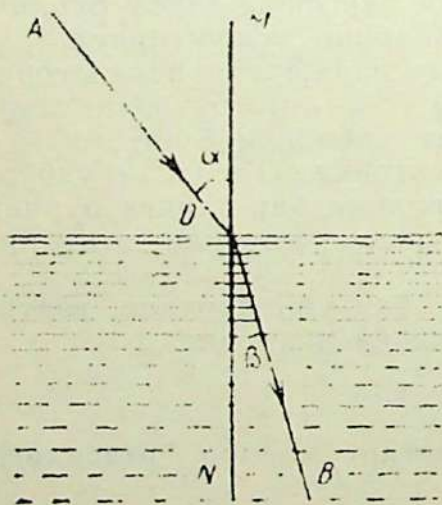
2. Н. Н. Евграфова, В. Л. Каган. Курс физики, «Высшая школа», М., 1978, 372—381-бетлар.

V. ОПТИКА. АТОМ ВА ЯДРО ФИЗИКАСИ

1. Шишанинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш

Ёруғлик бир шаффоф муҳитдан иккинчи шаффоф муҳитга ўтаётганида, муҳитлар чегарасида ўз йўналишини ўзгартириши мумкин. Бу ҳодиса *ёруғликнинг синиши* дейилади.

Биринчи муҳитда тарқалувчи ва икки муҳит чегарасига етиб боровчи *АО* нур *тушувчи нур* дейилади. (1.1-расм). Иккинчи муҳитга ўтган *ОВ* нур *синган нур* дейилади. Икки муҳит чегарасига нурнинг *O* туриши нуқта-



1.1- расм.

сида ўтказилган *MN* перпендикуляр билан тушган нур ҳосил қилган α бурчак *тушиш бурчаги* дейилади. Синган нур билан *MN* перпендикуляр ҳосил қилган β бурчак *синиш бурчаги* дейилади.

Синиш қонунлари қуйидагича таърифланади: тушувчи нур, синган нур ва икки муҳит чегарасига нурнинг туриши нуқтасидан ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади: тушиш бурчаги синусининг синиш бурчаги синусига нисбати берилган икки муҳит учун

ўзгармас катталиқдир ва иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбатан n_{21} синдириш кўрсаткичи дейилади;

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (1.1)$$

Муҳитнинг вакуумга нисбатан синдириш кўрсаткичи шу муҳитнинг *абсолют синдириш кўрсаткичи* дейилади. n_{21} нисбий синдириш кўрсаткичи билан биринчи ҳамда иккинчи муҳитларнинг n_1 ва n_2 абсолют синдириш кўрсаткичлари қуйидагича боғланган:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (1.2)$$

Абсолют синдириш кўрсаткичи кичик бўлган муҳит оптик жиҳатдан зичлиги кичикроқ муҳит деб аталади.

Қўпчилик ҳолларда ёруғликнинг ҳаво — қаттиқ жисм ёки ҳаво — суюқлик чегарасидан ўтишини кўриб чиқишга тўғри келади. Қаттиқ ва суюқ жисмларнинг ҳавога нисбатан синдириш кўрсаткичлари уларнинг абсолют синдириш кўрсаткичларидан жуда кам фарқ қилади:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \approx n_2. \quad (1.3)$$

Ишнинг мақсади: қаттиқ шаффоф жисмларнинг синдириш кўрсаткичларини аниқлашни ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: тагликка ўрнатилган лампочка, аккумуляторлар батареяси, калит, икки ён ёғи ясси — параллел бўлган шиша пластинка, тирқишли экран, учбурчакли чизғич, транспортёр, оқ қоғоз, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

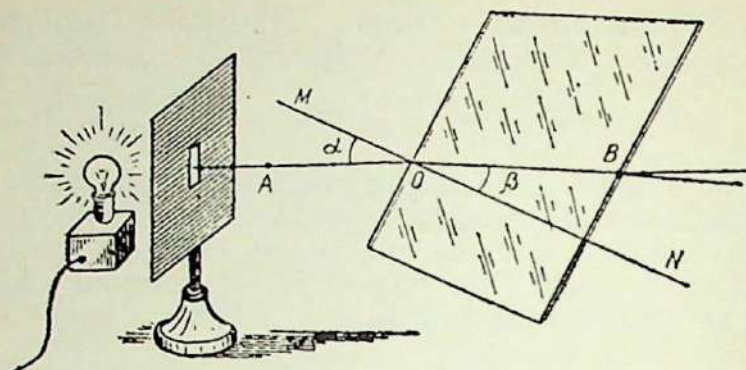
1. Лампочкани батареяга калит орқали улаб, электр занжири йиғинг.

2. Лампочка олдида тирқишли экранни ўрнатиш ва экран ортига тоза қоғоз варағини қўйинг.

3. Занжирни уланг ва қоғозда ингичка ёруғлик йўли ҳосил қилинг.

4. Шиша пластинкани ёруғлик унинг ясси — параллел ёғига бирор бурчак остида тушадиган қилиб ўрнатиш (1.2- расм).

5. Қоғозда қалам билан синдирувчи ёқлар бўйлаб чизиқлар чизинг. Тушувчи нурнинг бошланиши А, унинг



1.2- расм.

ҳаво-пластинка чегарасига тушиш нуқтаси O ва шиша пластинкадан чиқадиган нуқтаси B ни белгиланг.

6. Занжирни узинг ва пластинкани олинг.

7. Тушувчи ва синган нурларни ҳамда тушиш нуқтасидан ўтказилган MN перпендикулярни чизинг (1.2-расмга қаранг).

8. Транспортир ёрдами билан α тушиш бурчагини ва β синиш бурчагини ўлчанг.

9. n синдириш кўрсаткичини (1.1) ифода ёрдамида ҳисобланг.

10. Хатоликни баҳоланг.

11. Тажриба натижаларини жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	α , град	β , град	n .	$n_{\text{ўрт.}}$	Δn	$\Delta n_{\text{ўрт.}}$	$\frac{\Delta n_{\text{ўрт.}}}{n_{\text{ўрт.}}}$

12. Натижани $n = n_{\text{ўрт.}} \pm \Delta n_{\text{ўрт.}}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Ёруғликнинг синиши деб нимага айтилади?
2. Ёруғликнинг синиш қонунларини айтиб беринг.
3. Нисбий ва абсолют синдириш кўрсаткичлари қандай аниқланади? Улар ўртасидаги боғланишни ёзиб беринг.

4. Ёруғлик скипидардан глицеринга ҳамма вақт синмасдан ўтади. Буни қандай тушунтириш мумкин?

5. Ёруғликнинг юпқа дастаси ҳаводан суюқликка ўтмоқда. Агар тушиш бурчаги 30° , синиш бурчаги 15° бўлса, суюқликнинг синдириш кўрсаткичини аниқланг.

АДАБИЁТ

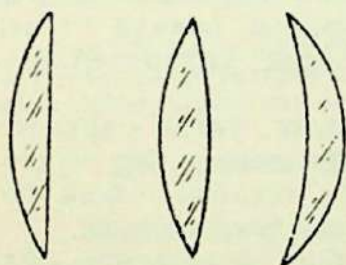
1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 40—43- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 24.1—24.4- §§.

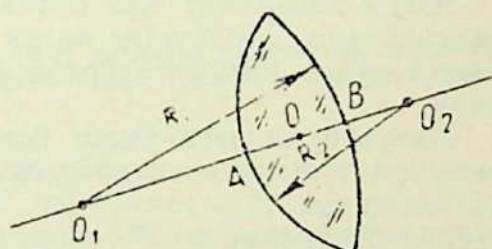
2. Йиғувчи линзанинг фокус масофасини ва оптик кучини аниқлаш

Иккита сферик сирт билан чегараланган шаффоф жисм *линза* деб аталади (2.1-расм). Сферик сиртларнинг марказлари орқали ўтувчи $O_1 O_2$ тўғри чизик линзанинг *бош оптик ўқи* деб аталади. Одатда, линзалар шишадан ясалади.

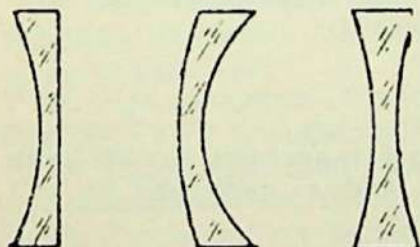
Линзалар қавариқ (2.2-расм) ёки ботик (2.3-расм) бўлиши мумкин. Нурлар дастаси қавариқ линза орқали ўтгач, унинг оптик ўқи томон боради (2.4-расм).



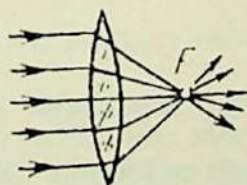
2.1- расм.



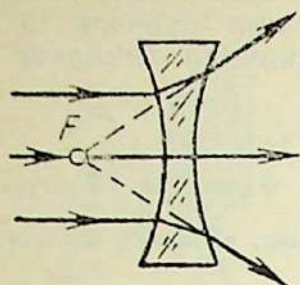
2.2- расм.



2.3- расм.



2.4- расм.



2.5- расм.



2.6- расм.

Бундай линзалар *йиғувчи линзалар* дейилади. Нурлар дастаси ботиқ линза орқали ўтгач, тарқалувчи нурлар тарзида кетади (2.5-расм). Бундай линзалар *соқувчи линзалар* дейилади. Линзалар шиша призмалар мажмуи деб қаралиши мумкин (2.6-расм). Ҳавода ҳар бир призма нурларни асосига томон оғдиради. Шунинг

учун йиғувчи линзаларда линза орқали ўтувчи нурлар линзанинг оптик ўқиға томон боради (2.4-расмга қаранг). Линзанинг қалинлиги сиртларнинг радиусларига ва буюмдан линзагача бўлган масофаға нисбатан эътиборга олмаса ҳам бўладиган даражада кичик бўлса, бундай линза *юпқа линза* дейилади.

Юпқа линзада сферик сегментларнинг учлари (*A* ва *B* нуқталар) бир-бирига шу қадар яқин жойлашганки, уларни бир нуқта деб қабул қилиш мумкин (2.1-расмга қаранг). Бу нуқта линзанинг оптик маркази деб аталади (*O* нуқта).

Юпқа линзанинг бош оптик ўқи унинг оптик марказидан ўтади. Линзанинг оптик маркази орқали ўтувчи бошқа тўғри чизиқлар ёрдамчи оптик ўқлар деб аталади.

Йиғувчи линзаға унинг бош оптик ўқиға параллел равишда тушадиган нурлар линзада сингач, бир нуқтада кесишади (2.4-расм). Бу нуқта линзанинг бош фокуси деб аталади ва *F* ҳарфи билан белгиланади.

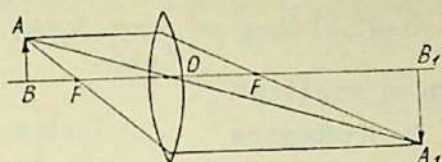
Линзанинг оптик марказидан бош фокусигача бўлган масофа *фокус масофаси* дейилади. Фокус масофаси ҳам *F* ҳарфи билан белгиланади. Фокус масофаға тескари бўлган катталиқ линзанинг *оптик кучи* деб аталади:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (2.1)$$

Фокус масофаси 1 м бўлган линзанинг оптик кучи оптик куч бирлиги сифатида қабул қилинган ва у 1 диоптрия дейилади (қисқача дптр).

Линзада тасвир яшаш учун нурларнинг асосан учта туридан фойдаланиш қулай: бош оптик ўққа параллел

бўлган нур линзада сингандан кейин унинг фокусидан ўтади: линзага унинг фокуси орқали боровчи нур сингандан кейин бош оптик ўққа параллел равишда кетади: линзанинг оптик маркази орқали боровчи нур ўз йўналишини ўзгартирмайди (2.7-рasm).



2.7- рasm.

Буюмдан линзагача бўлган $BO = d$ масофа, линзадан тасвиргача бўлган $OB_1 = f$ масофа ва линзанинг F фокус масофаси қуйидагича боғланган:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (2.2)$$

Бундан

$$F = \frac{fd}{f + d}. \quad (2.3)$$

Ишнинг мақсади: йиғувчи линза хоссалари билан танишиш. Линзанинг фокус масофасини ва оптик кучини аниқлашни ўрганиш

Асбоб ва материаллар: тагликка ўрнатилган лампочка, аккумуляторлар батареяси, калит, ўлчов лентаси, йиғувчи линза, экран, рейка, уловчи симлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Лампочкани батареяга калит орқали улаб, электр занжир тузинг.

2. Лампочкани рейканинг бир томонига, экранни иккинчи томонига ўрнатиш. Улар орасига линза қўйинг.

3. Лампани ёқинг ва линзани рейка бўйлаб суриб, экранда лампочка чўғланган толасининг аниқ тасвирини ҳосил қилинг.

4. Лампочкадан линзагача ва линзадан экрангача бўлган d ва f масофаларни ўлчанг.

5. (2.3) ифодадан фойдаланиб, линзанинг бош фокус масофаси F ни ҳисобланг.

6. Лампочка ва экран орасидаги масофани ўзгартириб, тажрибани 4—5 марта такрорланг.

7. Хатоликни баҳоланг.

8. (2.1) $D_{\text{ўрт.}} = \frac{1}{F_{\text{ўрт.}}}$ формуладан линзанинг $D_{\text{ўрт.}}$ оптик кучини аниқланг.

9. Қуйидаги

$$D_{\text{ўрт.}} = \frac{\Delta F_{\text{ўрт.}}}{F_{\text{ўрт.}}^2}$$

ифодадан абсолют хатоликни ва

$$\frac{\Delta D_{\text{ўрт.}}}{D_{\text{ўрт.}}} = \frac{\Delta F_{\text{ўрт.}}}{F_{\text{ўрт.}}}$$

дан нисбий хатоликни ҳисобланг.

10. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	$d, \text{ м}$	$f, \text{ м}$	$F, \text{ м}$	$F_{\text{ўрт.}}, \text{ м}$	$\Delta F, \text{ м}$	$\Delta F_{\text{ўрт.}}, \text{ м}$	$\frac{\Delta F_{\text{ўрт.}}}{F_{\text{ўрт.}}}$	$D_{\text{ўрт.}}, \text{ диоп.}$	$\Delta D_{\text{ўрт.}}, \text{ диоп.}$	$\frac{\Delta D_{\text{ўрт.}}}{D_{\text{ўрт.}}}$

11. Натижаларни

$$F = F_{\text{ўрт.}} \pm \Delta F_{\text{ўрт.}} \text{ ва } D = D_{\text{ўрт.}} \pm \Delta D_{\text{ўрт.}}$$

кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Линза деб нимага айтилади?
2. Линзанинг оптик ўқи нима?
3. Йиғувчи ва сочувчи линзалар ҳақида гапириб беринг.
4. Линзанинг фокуси, фокус масофаси, фокал текислик деб нималарга айтилади?
5. Йиғувчи ва сочувчи линзаларда тасвир яшашни кўрсатинг.
6. Линзанинг оптик кучи ва катталаштириши деб қандай катталикларга айтилади?
7. Агар икки томони қавариқ линзадан 15 см узоқ-

ликда жойлаштирилган буюмнинг тасвири линзадан 30 см узоқликда ҳосил бўлса, унинг оптик кучи ва фокус оралиғи қандай?

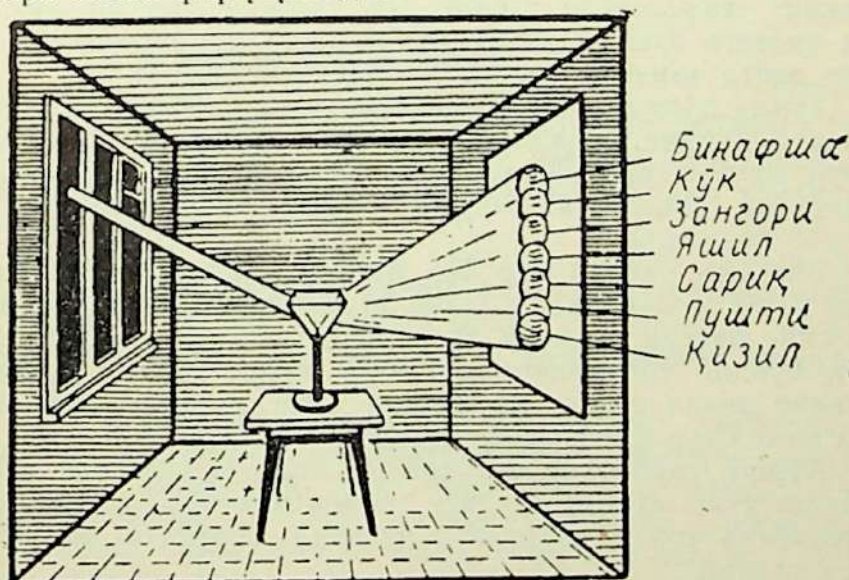
АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-10, «Ўқитувчи», Т., 1979, 162—172-бетлар.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 25.6—25.9-§§.

3. Спектроскопни даражалаш ва даражаланган эгри чизик бўйича ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш

И. Ньютон 1666 йилда оқ ёруғликни учбурчакли шаффоф призма орқали ўтказиб, уни таркибий қисмларга ажратишга муваффақ бўлди (3.1-расм). Ньютон бунда етти та рангни: қизил, пушти, сариқ, яшил, зангори, кўк, бинафша ранглари ажратди. У бу ранглardan иборат полосани *спектр* деб атади. Ньютоннинг тажрибаларидан қуйидаги хулоса келиб чиқади: муҳитнинг синдириш кўрсаткичи ёруғликнинг рангига боғлиқ. Бу ҳодиса ёруғликнинг *дисперсияси* дейилади. Ранглари билан фарқ қилувчи нурлар тўлқин узунликлари билан фарқ қилади.

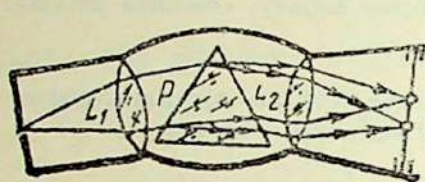


3.1-расм.

Қизил ёруғлик тўлқинининг узунлиги $\lambda_k = 8 \cdot 10^{-5}$ см, бинафша ёруғлик тўлқинининг узунлиги $\lambda_6 = 4 \cdot 10^{-5}$ см.

Спектрдаги бошқа рангларга тўғри келадиган тўлқинларнинг узунликлари қизил билан бинафша нурларнинг тўлқин узунликлари оралиғида бўлади.

Спектрни ўрганиш учун спектроскопдан фойдаланилади. Спектроскопнинг тузилиши ва унда нурларнинг



3.2- расм.

йўли 3.2- расмда кўрсатилган.

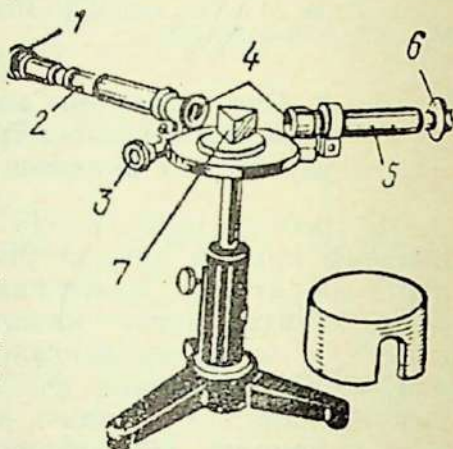
Текшириладиган ёруғлик даставвал асбобнинг коллиматор деб аталадиган қисмига тушади. Коллиматор бир учиди тор тирқишли парда, иккинчи учиди эса L_1 йиғувчи линза бўлган трубадир. Тирқиш линзанинг фокал текислигида туради. Шу сабабли тирқиш орқали линзага тушадиган ёйилувчи даста линзадан параллел даста тарзида чиқиб, P призмага тушади.

Турли тўлқин узунликдаги ёруғлик нурларига турлича синдириш кўрсаткичлари тўғри келади. Шунинг учун призмадан йўналиши турлича бўлган параллел дасталар чиқади ва кўриш трубасининг объективига қараб йўналади.

Бир хил рангли ҳар бир нурлар дастаси объективдан ўтиб, унинг фокал текислигида коллиматор тирқишининг рангли ҳақиқий тасвирини ҳосил қилади. Жуда кўп бундай тасвирлардан спектр ҳосил бўлади. Спектрнинг қизил соҳаси призманинг учи томонда, бинафша ранг соҳаси эса асоси томонда бўлади.

Кўриш трубасини спектрнинг маълум чизиғига тўғрилаш учун кўриш трубаси объективининг фокал текислигида тортиб қўйилган ингичка вертикал ип хизмат қилади.

Спектроскопнинг умумий кўриниши 3.3- расмда



3.3- расм.

кўрсатилган. Бунда 1 — окуляр, 2 — кўриш трубаси, 3 — микрометрик винт, 4 — объективлар (L_1 ва L_2 линзалар), 5 — коллиматор, 6 — тирқиш, 7 — призма.

Спектр (ва ип) нинг ҳақиқий тасвирига лупада қаралгандек, окуляр орқали қаралганда спектрнинг фақат бир қисмигина кўринади. Спектрнинг айрим қисмларини кўриш учун кўриш трубасини 3 микрометрик винт ёрдамида буриб кузатиш керак.

Микрометрик винтнинг қадами 1 мм, унинг каллаги 50 та тенг қисмга бўлинган, бинобарин каллакдаги ҳар бир бўлинма қиймати 0,02 мм. Бутун миллиметрлар саноғи цилиндрдаги қўзғалмас шкаладан, юздан бир улушлари саноғи эса винт каллагидagi шкаладан олинади.

Ишнинг мақсади: дисперсия ҳодисаси билан тажрибада танишиш. Спектроскопни даражалашни ўрганиш. Турли газлар спектрал чизиқларининг тўлқин узунликларини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: микрометрик винтли спектроскоп, спектрал трубкалар, спектрал трубкаларни ёндириш асбоби, чиқишидаги кучланиш 6 В га яқин бўлган тўғрилагич, уловчи симлар, калит, учига пахта ўраб тагликка ўринатилган сим, спиртли колба, гугурт, ош тузи, миллиметрли қоғоз.

Ишни бажариш тартиби

1. Гелий қамалган трубкани ёндириш асбобига ўрнатинг. Асбобни 6 В кучланишли ўзгармас ток манбаига уланг. Коллиматор тирқишини спектрал трубкага яқин келтиринг ва токни уланг.

2. Кўриш трубкасининг окуляри орқали кузата бориб, микрометрик винт ёрдамида энг четки қизил спектрал чизиқ билан вертикал ипнинг тасвирини устма-уст туширинг ва микрометрнинг кўрсатишини жадвалга ёзинг.

3. Микрометрик винтни бураб, кўриш трубкасини ип ҳар бир навбатдаги спектрал чизиқ билан устма-уст тушгунча силжитинг. Ҳар бир спектрал чизиқ учун микрометрнинг 1 кўрсатишини биринчи жадвалга ёзинг. Ҳар бир спектрал чизиқ учун мос келган λ тўлқин узунликларини справочниклардан ёки иш тавсифи охиридаги жадвалдан олиб ёзинг.

Чизиқларнинг ранги	l , мм	λ , нм	Модда ва унинг спек три	l_0 , мм	λ_0 , нм

4. Миллиметрли қоғозга даражалаш эгри чизиғини чизинг. Бунинг учун абсциссалар ўқига микрометрнинг l кўрсатишларини, ординаталар ўқига эса ёруғлик тўлқинларининг λ узунлигини қўйиб чиқинг. Топилган нуқталар орқали туташ эгри чизиқ ўтказинг.

5. Симга ўралган пахтани спирт билан ҳўлланг ва ва уни таглик ёрдамида коллиматор тирқиши баландлигида маҳкамланг. Пахтани ёндиринг ва кучсиз туташ спектрни кузатинг.

6. Ёниб турган пахтага майда ош тузини сепинг ва заиф туташ спектр фониди натрий буғининг равшан сариқ чизиғини кузатинг. Равшан сариқ чизиқ вертикал ип билан устма-уст тушгунча микрометрнинг винтини буранг. Шу вазиятда микрометрнинг l_0 кўрсатишини ёзиб қўйинг.

7. Даражалаш эгри чизиғига қараб, натрийнинг сариқ чизиғи λ_0 тўлқин узунлигини аниқланг. Бунинг учун абсциссалар ўқига микрометрнинг кўрсатишларини қўйинг ва шу нуқтадан перпендикуляр чиқариб, уни даражалаш эгри чизиғи билан кесишгунча давом этти-

Спектрал чизиқларнинг тўлқин узунликлари

Чизиқларнинг ранги	Тўлқин узунлиги, мм
қизил	728
қизил	707
қизил	668
сариқ	588
яшил	502
ҳаво ранг	492
кўк	471
бинафша ранг	448

ринг. Кесишиш нуқтасидан ординаталар ўқиға перпендикуляр туширинг ва тўлқин узунлигининг тегишли қийматини топинг.

8. Бирор газ қамалган трубкани ёндириш асбобига ўрнатиб, токни уланг. 6- бандда баён қилинган усул билан мазкур газ спектридаги спектрал чизиқлар тўлқин узунликларини аниқланг.

Савол ва топшириқлар

1. Дисперсия деб қандай ҳодисага айтилади?
2. Спектр нима? Оқ ёруғлик қандай ранглардан иборат?
3. Турли хил ёруғлик ранглари нима билан фарқ қилади?
4. Спектроскопнинг тузилишини тушунтиринг ва ундаги ёруғлик нурлари йўлини чизинг.
5. Турли материаллардан ясалган, аммо синдириш бурчаклари бир хил бўлган призмалар бор. Бу призмалар ёрдамида олинadиган спектрлар бир-биридан нима билан фарқ қилади?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 44, 59—62- §§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 28.1—28.4- §§.

4. Фотоэлементнинг вольт-ампер характеристикасини олиш

Ёруғлик таъсирида моддадан электронлар узилиб чиқиши *фотоэффект* деб аталади. Узилиб чиққан электронлар *фотоэлектронлар* дейилади. Фотоэффект ҳодисасини Г. Герц кашф этди во машҳур рус физиги А. Г. Столетов тадқиқ қилди.

Столетов тажрибаларининг натижаси қуйидаги қонуниятларга олиб келди:

1. Металл сиртидан ёруғлик бир секундда узиб чиқарган электронлар сони ёруғлик оқимиға тўғри пропорционал.
2. Фотоэлектронларнинг максимал кинетик энергияси ёруғлик частотасининг ортиб бориши билан чизиқли равишда ортиб боради ва ёруғликнинг интенсивлигига боғлиқ бўлмайди.

Бу қонуниятлар ёруғликнинг тўлқин табиати нуқтаи назаридан тушунарли эмас эди. Квант назариясига кўра атом ёруғликни узлуксиз оқим сифатида эмас, балки, айрим порциялар тарзида чиқаради. Ёруғлик порциялари ёруғлик квантлари ёки фотонлар деган ном олди. Ёруғликнинг моддалар билан ўзаро таъсирида нурланиш ва ютилишда) у ўзини зарралар сифатида тутди. Квант назариясига кўра ҳар бир ёруғлик зарраси (фотон)

$$\varepsilon = h\nu \quad (4.1)$$

энергияга эга. Бунда h — Планк доимийси. Унинг қиймати

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Ж} \cdot \text{с} \quad (4.2)$$

га тенг, ν — ёруғлик частотаси. Квант назарияси вужудга келгач, 1905 йилда А. Эйнштейн фотоэффектни назарий жиҳатдан асослади. Энергиянинг сақланиши ва бир турдан иккинчи турга айланиши қонунига асосланиб, Эйнштейн фотоэффект учун қуйидаги тенгламани ҳосил қилди:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (4.3)$$

Бу ерда $mv^2/2$ — фотоэлектронларнинг кинетик энергияси, A — электроннинг металлдан чиқиш иши. (4.3) тенгламага кўра металл сиртига тушган фотоннинг $h\nu$ энергияси электроннинг металлдан чиқиш иши A ни енгишга ва электронга кинетик энергия беришга сарф бўлади. Агар фотон энергияси электроннинг мазкур металлдан чиқиш ишига нисбатан кичик бўлса, электрон фотон энергиясини ютиб, металлни тарк эта олмайди. Фотоэффект содир бўлиши учун металлга частотаси бирор ν_0 минимал частотадан юқори бўлган ёруғлик юбориш керак. (4.3) тенгламага кўра бу минимал частота

$$h\nu_0 = A \quad (4.4)$$

ифода билан аниқланади. Яъни

$$\nu_0 = \frac{A}{h}. \quad (4.5)$$

ν_0 минимал частота ёки максимал $\lambda_0 = c/\nu_0$ тўлқин узунлиги фотоэффектнинг қизил чегараси дейилади.

Металл сиртидаги электронлар учун чиқиш иши нолга яқин. (4.3) га кўра бундай электронларнинг кинетик энергияси максимал бўлади:

$$\left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\text{макс}} = h\nu \quad (4.6)$$

Шундай қилиб, квант назарияси нуқтаи назаридан фотоэффект қонунларини қуйидагича таърифлаш мумкин:

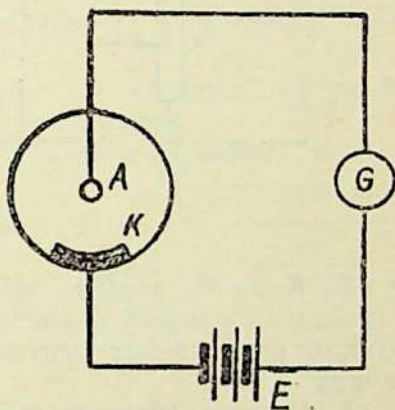
1. Металл сиртидан ёруғлик бир секундда узиб чиқарган электронлар сонини металл сиртига тушаётган ёруғлик оқимига (фотонлар сонига) тўғри пропорционал.

2. Фотоэлектронларнинг максимал кинетик энергияси улар ютган фотон энергиясига тенг.

Мазкур ишда сурьма-цезийли вакуум фотоэлементи (СЦВ-3 типдаги) текширилади. Фотоэлемент ҳавоси босим $10^{-6} - 10^{-7}$ мм сим. уст. гача қилиб сўрилган шиша баллондан ишланган.

Баллон ички сиртининг ярмидаги магний ёки кумуш қоплама устидан сурьманинг юпқа қатлами ва кейин цезий қатлами суртилган. Бунда ҳосил бўлган бирикма катод вазифасини ўтайди. Бундай катодда чиқиш иши кичик ва шунинг учун фотоэффектнинг қизил чегараси ёруғлик спектрининг кўринадиган қисмида ётади. Баллоннинг марказида сфера шаклидаги металл анод *A* жойлашган (4.1-расм). Ёруғлик нурлари катодга тушиб, ундан электронларни уриб чиқаради. Катод ва анод орасида потенциаллар фарқи мавжуд бўлганда занжирда (4.1-расмга қаранг) ток вужудга келади. Бу ток *фототок* дейилади. Фототок катталигининг фотоэлементга қўйилган кучланишга боғланиш графиги фотоэлементнинг вольт-ампер характеристикаси дейилади.

Ишнинг мақсади: фотоэффект ҳодисаси билан танишиш. Фотоэффект қонунларини ўрганиш. Фотоэлемент-



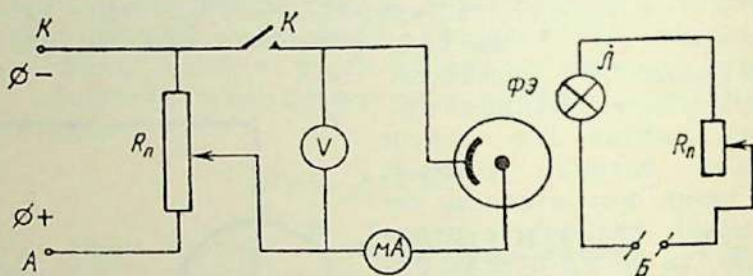
4.1- расм.

нинг ишлаш принципини ўрганиш, вольт-ампер характеристикасини олиш ва ўрганиш.

Асбоб ва материаллар: СЦВ-3 типдаги фотоэлемент, ўзгармас ток манбаи, вольтметр, микроамперметр, электр лампочка учун ток манбаи, электр лампочка, мм ли қоғоз, реостат (2 та).

Ишни бажариш тартиби

1. 4.2-расмда кўрсатилгандек занжир тузинг.
2. Фотоэлементни L лампадан 15—20 см масофада ўрнатинг.
3. Лампани ток манбаига уланг ва лампа кучланишини тажриба давомида ўзгармас сақланг.
4. Кучланиш нолга тенг бўлгандаги фототокнинг қийматини ёзиб олинг. K калитни ёпинг.



4.2- расм.

5. K ва A клеммаларни ўзгармас ток манбаининг мусбат ва манфий қутбига уланг. Бунда реостатнинг сургичи энг чекка нуқтада бўлиши керак.

6. Реостат ёрдамида секин-аста кучланишни ошира бориб, фототокнинг нолга тенг бўлишига эришинг. Кучланишнинг ҳар 5 В га тенг ўзгариши учун I_{ϕ} фототок қийматини ёзиб бориб.

7. Кучланишни қайтариб бориб, тажрибани тескари тартибда такрорланг. $I_{\phi} = \frac{I'_{\phi} + I''_{\phi}}{2}$ ни ҳисобланг. Бунда I''_{ϕ} тажриба тескари тартибда такрорлангандаги фототок қийматлари.

8. I_{ϕ} фототок нолга тенг бўлгандаги U_T кучланиш қийматини белгиланг. Бу кучланиш тўсиш кучланиши дейилади.

9. Қуйидаги

$$\frac{mv^2}{2} = e U_T$$

ифодадан фотоэлектронларнинг v тезлигини ҳисобланг. Бунда $e U_T$ — v тезлик билан катоддан чиқаётган электронларни катодга қайтаришда электр майдони бажарган иши; e — электроннинг заряди.

10. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

1-жадвал

Тажриба номери	U_1 , кучл. қўпайган	U_2 , кучл. камайган	I'_{Φ} , кучл. U_1 да	I'_{Φ} , кучл. U_2 да	I_{Φ}	U_T	v

11. K ва A клеммаларни манбанинг манфий ва мусбат қутбларига уланг. Реостат ёрдамида кучланишни 0 дан 150 В гача ўзгартиринг, ҳар 10 В дан кейин I'_{Φ} фототокнинг қийматини ўлчанг.

12. Кучланишни 150 В дан 0 гача камайтиринг ва тажрибани тескари тартибда такрорланг.

13. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

2-жадвал

Тажриба номери	U_1 , кучл. қўпайган	U_2 , кучл. камайган	I'_{Φ} , кучл. U_1 да	I''_{Φ} , кучл. U_2 да	$I_{\Phi} = \frac{I'_{\Phi} + I''_{\Phi}}{2}$	$I_{\Phi T}$	$U_{\Phi T}$

1-ва 2-жадваллар асосида I_{Φ} фототокнинг U кучланишга боғланиш графигини (вольт-ампер характеристикасини) мм ли қоғозга чизинг.

13. Кучланишнинг маълум $U_{\Phi T}$ қийматидан бошлаб $I_{\Phi T}$ ток кучи қиймати ўзгармайди (тўйиниш фототоки). $U_{\Phi T}$ ва $I_{\Phi T}$ қийматларини белгиланг.

14. Лампа ва фотоэлемент орасидаги масофани ўзгартириб, тажрибани 2—3 марта такрорланг.

15. Фотоэлементнинг вольтампер характеристикасини тушунтиринг.

Савол ва топшириқлар

1. Фотоэффект деб қандай ҳодисага айтилади?
2. Фотоэффект қонунларини айтиб беринг.
3. Фотоэффект ҳодисасини квант назарияси асосида тушунтиринг.
4. Эйнштейн формуласини ёзинг ва уни тушунтиринг.
5. Фотоэффектнинг қизил чегараси деб нимага айтилади?
6. Фотоэффект бўйича қилинган тажрибада пластинкага тўлқин узунлиги 0,42 мкм бўлган ёруғлик тушади. Тўсувчи потенциаллар айирмаси 0,95 В бўлганда фототок тўхтади. Электроннинг пластинка сиртидан чиқиш йшини топинг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 66—69-§§.
2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 29.1—29.3-§§.

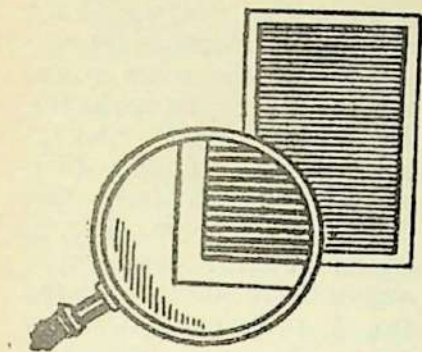
5. Дифракцион панжара ёрдамида ёруғлик тўлқинининг узунлигини аниқлаш

Ёруғликнинг соя соҳасига ўтиш ҳодисаси *ёруғликнинг дифракцияси* дейилади. Ёруғлик дифракциясининг кузатилиши унинг тўлқин табиатига эга эканини тасдиқлайди. Ёруғлик айланиб ўтадиган тўсиқларнинг ўлчамлари унинг тўлқин узунлигига яқин бўлсагина ёруғлик дифракцияси кузатилади. Дифракцион панжаранинг тузилиши дифракция ҳодисасига асосланган. Бу асбоб шаффоф бўлмаган тўсиқлар билан ажратилган жуда кўп тор тирқишлардан иборат (5.1 расм).

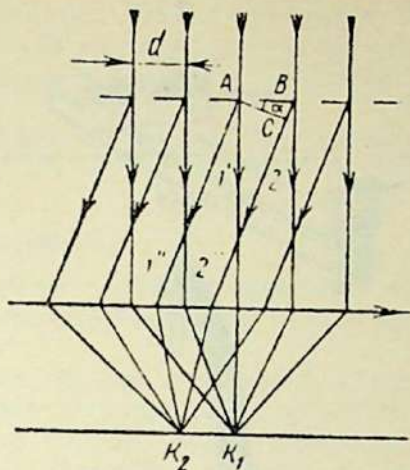
Шаффоф тирқишларнинг кенглиги a билан, шаффоф бўлмаган ораллиқларнинг кенглиги b билан белгиланса,

$$d = a + b \quad (5.1)$$

катталиқ панжаранинг даври деб аталади. Дифракцион панжарага тўлқин узунлиги λ га тенг бўлган ясси монокроматик ёруғлик тушаётган бўлсин (5.2 расм). 1 ва



5.1- расм.



5.2- расм.

2 нурларнинг йўлини кўрайлик. Панжара орқали унинг текислигига перпендикуляр ўтадиган $1'$ ва $2'$ нурлар учун йўл фарқи нолга тенг. Бу нурлар L линзадан ўтгач, унинг фокал текислигида ўрнатилган $\mathcal{E}$ экранда K_1 нуқтада тўпланади. Панжара тирқишларининг четларини айланиб ўтадиган $1''$ ва $2''$ нурлар α бурчакка боғлиқ бўлган

$$BC = d \sin \alpha \quad (5.2)$$

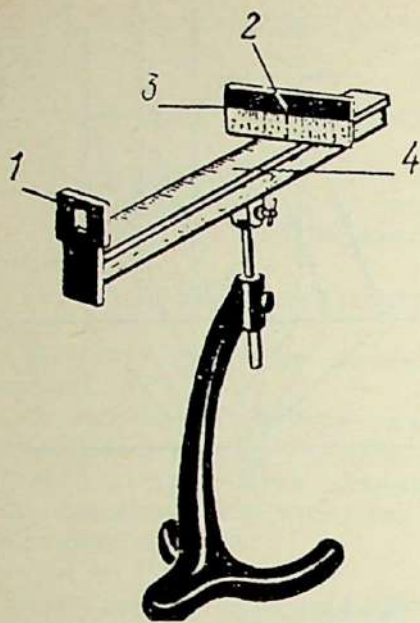
йўл фарқига эга бўлади. Агар бу фарқ $n \cdot \lambda$ га тенг бўлса, ($n=0, 1, 2, 3, \dots$) у ҳолда ҳар бир бундай жуфт нур линзадан ўтгандан кейин қўшилиб, бир-бирини кучайтиради (ёруғлик интерференцияси). Шундай қилиб, экрандаги $K_1, K_2, \dots$ максимумларнинг вазиятини

$$d \sin \alpha = n \cdot \lambda \quad (5.3)$$

шартни қаноатлантирувчи α бурчаклар белгилайди.

$n=0$ га мувофиқ келадиган марказий максимум (K_1) дан бошқа максимумларнинг вазияти (5.3) ифодага кўра тўлқин узунлигига боғлиқ бўлгани учун панжара мураккаб ёруғликни спектр қилиб ажратади.

Ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлашда ишлатиладиган асбоб (5.3-расм)нинг 1 рамкасига дифракцион панжара жойланади. Тўғри толали лампа 2 тирқишли 3 шкаладан 4—5 м масофага жойлаштирилади. Тир-



5.3- расм.

қишнинг панжарадан узоқлиги 4 шкала ёрдамида аниқланади.

Кузатувчи панжара орқали ёруғлик манбаига қараб, манбадан ташқари яна унинг икки томонида симметрик жойлашган дифракцион спектрларни ҳам кўради (5.4-расм). Тирқишга энг яқин бир жуфт спектр (1- тартибли спектр, $n=1$) нурларнинг тегишли рангга мос λ тўлқин узунлигига тенг йўллар фарқига тўғри келади. Кейинги жуфт спектр, (2- тартибли спектр, $n=2$) 2λ га тенг йўллар фарқига мос келади ва ҳоказо. (5.3) га кўра тўлқин узунлиги

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{n} \quad (5.4)$$

ифода билан аниқланади. 1- ва 2- тартибли спектрлар билан чекланилган ҳолда



5.4- расм.

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{l}{m} \quad (5.5)$$

ни ёзиш мумкин. Бунда l — спектрдаги бирор рангга эга ёруғликнинг тирқиш марказидан узоқлиги, m — тирқишнинг панжарадан узоқлиги. (5.5) ни ҳисобга олиб, (5.4) ни қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\lambda = \frac{d}{n} \cdot \frac{l}{m} \quad (5.6)$$

Ишнинг мақсади: ёруғликнинг тўлқин хоссалари билан танишиш. Дифракцион панжарани ўрганиш ва унинг ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш қурилмаси, дифракцион панжара, тўғри толали электр лампа.

Ишни бажариш тартиби

1. Дифракцион панжарани асбоб рамкасига жойлаштиринг ва уни кўтариладиган столча тағлигига маҳкамланг.

2. Дифракцион панжара орқали тирқишга қаранг. Асбобни ёруғлик манбаига шундай йўналтирингки, у тирқиш орқали кўринадиган бўлсин. Бунда тирқишнинг икки томонидаги қора фонда бир неча тартибдаги дифракцион спектрлар кўриниб туради. Агар спектрлар бир оз қийшайган бўлса, панжарани шу қийшайиш йўқолгунча маълум бурчакка буринг.

3. 3 шкаладан 1- ва 2-тартибли спектрлар қизил ранглари ўрта нуқталарининг тирқиш марказидан l узоқлигини белгиланг.

4. Дифракцион панжарадан тирқишгача бўлган m масофани 4 шкаладан аниқланг.

5. (5.6) ифодадан қизил ёруғликнинг тўлқин узунлигини ҳисобланг.

6. Спектрнинг бошқа ранглари учун тажрибани такрорланг.

7. 3 шкаланинг 1 панжарадан узоқлигини ўзгартириб, тажрибани 2—3 марта такрорланг.

8. Ҳар бир ранг учун тўлқин узунлигини ўлчашдаги хатоликни ҳисобланг.

9. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

Тажриба номери	Спектрдаги ёруғлик ранги	Спектр тартиби, n	d , мм	l_m , мм	l , мм	λ , мм	$\lambda_{\text{ўрт}}$, мм	$\Delta \lambda$, мм	$\Delta \lambda_{\text{ўрт}}$, мм	$\frac{\Delta \lambda_{\text{ўрт}}}{\lambda_{\text{ўрт}}}$	$\lambda_{\text{жадвал}}$, мм

10. Тажриба натижаларини $\lambda = \lambda_{\text{ўрт}} \pm \Delta \lambda_{\text{ўрт}}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Ёруғликнинг тўлқин табиатига эга эканини тасдиқловчи ҳодисаларни айтиб беринг.

2. Қандай ҳодиса ёруғлик дифракцияси деб аталади?

3. Дифракцион панжара ва унинг даври нима?

4. Дифракцион спектрнинг қандай ҳосил бўлишини тушунтиринг.

5. Ёруғлик дастаси гелий билан тўлдирилган разряд трубкасида дифракцион панжарага нормал тушади. Гелийнинг иккинчи тартибли спектри қизил чизиғи ($\lambda = 6,7 \cdot 10^{-5}$ см) билан учинчи тартибли спектрининг қайси чизиғи устма-уст тушади?

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», 1992, 49—50-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 27.1—27.2-§§.

6. Спектроскоп ёрдамида водород атомининг спектрини ўрганиш

Резерфорднинг оғир атомларни α -зарралар билан бомбардимон қилиш борасида олиб борган тажрибалари натижасини тушунтириш учун атомнинг планетар модели таклиф қилинди: атомнинг марказида унинг деярли бутун массаси йиғилган мусбат зарядли ядро жойлашган, электронлар ядро атрофида айланади. Лекин бу модель атомнинг мавжудлик фактини, унинг турғунлигини тушунтириб беролмайди. Атом тузилишини тўғри изоҳлаш йўлида янги қадамни Нильс Бор қўйди. У микрооламдаги жараёнларни тушунтириш учун квант тасаввурларни янада ривожлантирди. Бор классик физика йўли қўядиган ҳаракатларга чеклашлар қўйди. У ўз ғоясини қуйидаги постулатлар тарзида баён қилди:

1. Атом системаси ҳар бирига муайян E_n энергия мос келадиган алоҳида стационар ҳолатлардагина бўла олади. Атом стационар ҳолатда ёруғлик чиқармайди.

2. Атом катта E_k энергияли стационар ҳолатдан кичик E_n энергияли стационар ҳолатга ўтганда ёруғлик нурланиши

содир бўлади. Нурланиш энергияси стационар ҳолатлар энергияларининг фарқига тенг:

$$h \nu_{kn} = E_k - E_n. \quad (6.1)$$

Бу ерда h — Планк доимийси, ν_{kn} — нурланган ёруғлик частотаси.

Борнинг биринчи постулатига мувофиқ равишда ҳисобланган водород атомининг стационар ҳолатлари энергияси

$$E_n = - \frac{1}{(4 \pi \epsilon_0)^2} \frac{me^4}{2 \hbar^2 n^2} \quad (6.2)$$

экан ($n = 1, 2, 3, \dots$), $\hbar = h/2\pi$, e , m — электроннинг заряди ва массаси, ϵ_0 — электр доимийси. Энг қуйи ҳолат $n=1$ га тўғри келади ва

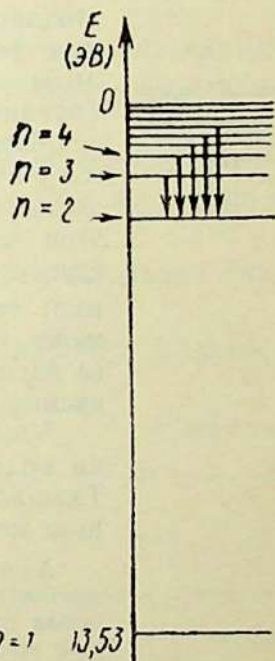
$$E_1 = -13,53 \text{ эВ.}$$

Бу ҳолат атомнинг асосий ҳолати дейилади. Бошқа стационар ҳолатлар уйғотилган ҳолатлар дейилади. 6.1- расмда стационар ҳолатлар энергияси вертикал ўқ бўйича қўйилган. (6.1) га кўра нурланиш частотасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} \quad (6.3)$$

Атом ёруғлик ютиб, қуйи энергетик ҳолатлардан юқори энергетик ҳолатларга ўтади. Бунда атом юқори энергетик ҳолатлардан қуйи ҳолатларга ўтганда қандай частотали ёруғлик чиқарса, шундай частотали ёруғлик ютади.

Борнинг иккинчи постулатини водород атомига қўллаш натижасида водород атомининг мумкин бўлган нурланиш частоталари учун қуйидаги ифода олинади.



6.1- расм.

$$\nu_{kn} = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right) = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right). \quad (6.4)$$

Бу ерда

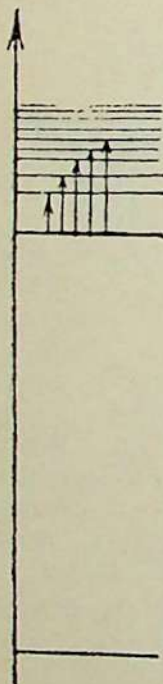
$$R = \frac{me^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 4\pi\hbar^3}.$$

Ридберг доимийси дейилади: $n=1, 2, 3, \dots, k>n$.
Юқори энергетик сатҳлардан ($k=3, 4, 5, \dots$) биринчи уйғотилган ҳолатга ($n=2$) ўтишларда водород атоми кўзга кўринувчи ёруғлик нурларини чиқаради (6.1-расм). Бу ўтишлар Бальмер сериясини ҳосил қилади. Бальмер серияси учун (6.4) ифода қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\nu_{2k} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2} \right), \quad k=3, 4, 5, \dots \quad (6.5)$$

ёки тўлқин узунлиги учун

$$\lambda_{2k} = \frac{1}{R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2} \right)}. \quad (6.6)$$



6.2- расм.

Водород атоми биринчи уйғотилган ҳолатдан ($n=2$) юқори ҳолатларга ўтганда (6.5) билан ҳисобланадиган частотали ёруғлик нурларини ютади (6.2-расм).

Мазкур ишда симобли лампа чиқарган ёруғлик нурлари тўлқин узунлиklarини билган ҳолда спектроскоп даражаланади, даражалаш эгри чизиғи бўйича водород атоми чиқарган ёруғлик тўлқинларининг λ_{2k} узунлиги аниқланади ва (6.6) ифода ёрдамида R Ридберг доимийси ҳисобланади. Спектроскопнинг тузилиши ва ишлаши билан шу бобнинг 3-иши назарий қисмида танишиш мумкин.

Ишнинг мақсади: спектроскоп ёрдамида водород атомининг спектрини ўрганиш. Тажриба йўли билан Ридберг доимийсининг қийматини аниқлаш.

Асбоб ва материаллар: микрометрик винтли спектроскоп, водородли спектрал трубка, симобли спектрал трубка, спектрал трубкаларни ёндириш асбоби, чиқишидаги кучланиш 6 В га яқин бўлган тўғрилагич, калит ўлчовчи симлар, миллиметрли қоғоз.

Ишни бажариш тартиби

1. Символи трубкани ёндириш асбобига ўрнатинг ва асбобни калит орқали 6 В кучланишли ўзгармас ток манбаига уланг. Коллиматор тирқишини спектрал трубкага яқин келтиринг ва калитни уланг.

2. Кўриш трубкасининг окуляри орқали кузата бориб, микрометрик винт ёрдамида энг четки қизил спектрал чизиқ билан вертикал ипнинг тасвирини устма-уст туширинг ва микрометрнинг l кўрсатишини биринчи жадвалга ёзиб қўйинг.

3. Микрометрик винтни бураб, кўриш трубкасини ип ҳар бир навбатдаги спектрал чизиқ билан устма-уст тушгунча силжитинг. Ҳар бир спектрал чизиқ учун микрометрнинг l кўрсатишини ва шу чизиққа мос келган λ тўлқин узунликларини 1-жадвалга ёзинг.

4. Миллиметрли қоғозга l , λ координаталарни белгилаб, даражалаш эгри чизигини чизинг.

5. Ёндириш асбобига водородли спектрал трубкани ўрнатинг ва калитни уланг.

6. Водород атоми чиқарган спектрал чизиқларни навбат билан кузатинг ва микрометрнинг l_0 кўрсатишларини 2-жадвалга ёзинг.

7. Даражалаш эгри чизиги ёрдамида водород атоми спектрал чизиқларининг $\lambda_2 k$ ($k=3, 4, 5$) тўлқин узунликларини аниқланг.

8. Ҳар бир спектрал чизиқ учун (6.6) ифодадан Ридберг доимийсини ҳисобланг.

9. Хатоликни баҳоланг, натижаларни 2-жадвалга ёзинг.

1-жадвал

Симб спектрал чизиқларининг ранги	l , мм	λ , нм

Водород спектрал чизиқларининг ранги	I_0 , мм	λ_{2k} , нм	R , 1/м	$\bar{R}$, 1/м	ΔR , 1/м	$\Delta \bar{R}$, 1/м	$\frac{\Delta \bar{R}}{\bar{R}} \cdot 100\%$

10. Ридберг доимийсининг тажрибада топилган қиймати-ни $R = \bar{R} \pm \Delta \bar{R}$ кўринишда ёзинг.

Савол ва топшириқлар

1. Атомнинг мураккаб тузилишини тасдиқловчи ҳодисаларни айтиб беринг.

2. Резерфорд тажрибасини тушунтиринг.

3. Атом тузилиши — электрон қобиғи ва ядрони изоҳлаб беринг.

4. Бор постулатларини, атомларнинг энергия соҳиси ва ютишини тушунтиринг.

5. Водород атомида электронлар тўртинчи стационар орбитадан иккинчи орбитага ўтганда энергияси $4,04 \cdot 10^{-19}$ Ж бўлган фотонлар чиқади (водород спектрининг яшил чизиғи). Спектрнинг шу чизиғи тўлқин узунлигини аниқланг.

АДАБИЁТ

1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 49—50-, 72—74- §§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Вышая школа», М., 1977, 28.1, 29.1, 30.1, 30.2- §§.

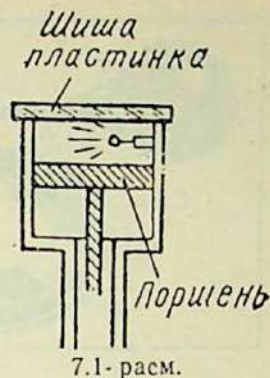
7. Альфа-зарраларнинг Вильсон камерасидаги изларини кузатиш

Ядролар ва элементар зарраларни кузатиш, қайд қилиш, уларнинг тўқнашишлари ва ўзаро бир-бирига айланишларини ўрганиш учун мўлжалланган қурилмалар микрооламда бўладиган реал ҳодисалар ҳақида маълумот беради.

Қайд қилувчи қурилма беқарор ҳолатда тура оладиган бирор даражадаги мураккаб системадир. Агар

бирор зарра томонидан системага таъсир кўрсатилса, у барқарорроқ ҳолатга ўта бошлайди. Шу жараён зарядни қайд қилишга имкон беради.

Тез ҳаракат қиладиган зарраларнинг изи Вильсон камерасида кузатилади ва фотосуратга олинади. Камера тўйинишга яқин бўлган суяқлик буғи билан тўлдирилган герметик ёпиқ идишдан иборат (7.1-расм). Поршень кескин пастга туширилганда камерадаги буғ адиабатик равишда кенгаяди. Натижада буғ совиёди ва ўта тўйиниш даражасига етади. Буғнинг бундай ҳолати беқарордир. Камерага учиб кирган зарра ҳосил қилган ионлар конденсация марказлари бўлиб хизмат қилади. Ионлар атрофида ҳосил бўлган суяқлик томчилари зарранинг кўринадиган изини ҳосил қилади.



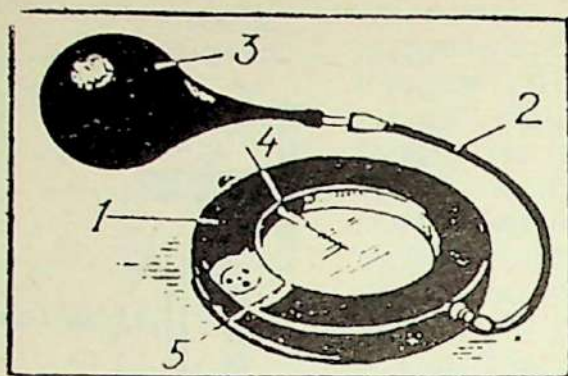
Камерани навбатдаги заррани қайд қилишга тайёрлаш учун поршень дастлабки ҳолатга қайтарилади, электр майдони ёрдамида камерадаги ионлар йўқотилади ва майдон олиб қўйилади.

Заррача қолдирган изнинг узунлигига ва узунлик бирлигидаги томчилар сонига қараб зарранинг энергиясини ҳамда тезлигини баҳолаш мумкин.

Камерани бир жинсли магнит ёки электр майдонига ўрнатиш ва траекториянинг эгриланишига кўра зарра зарядининг ишорасини, зарранинг массасини, импульсини аниқлаш мумкин.

Космик нурлар таркибидаги мусбат зарядланган электронлар — позитронлар биринчи марта Вильсон камераси ёрдамида пайқалган.

Мазкур ишда қўлланиладиган камеранинг корпуси юқорисига ва пастига шаффоф органик шиша пластинкалар елимлаб ёпиштирилган 1 пластмасса ҳалқадан иборат. Ҳалқага қисқичли эгилувчан 2 шланг ёрдамида 3 резина нокка уланган 4 штуцер монтаж қилинган. 5 металл стерженнинг учига юпқа қатлам қилиб радиоактив модда (α -зарралар манбаи) қопланган (7.2-расм). Камера ҳажмини тўйинтирувчи буғ билан тўлдириш учун ҳавонинг ацетон, этил спирти ва сув буғи билан аралашмаси ишлатилади. Аралашманинг ўта тўйинган буғини ҳосил қилиш учун камерага уланган нокни



7.2- расм.

аввал аста-секин сиқиш, сўнгра эса тез қўйиб юбориш керак. Бунда ҳаво адиабатик кенгаяди, чунки камеранинг деворлари билан иссиқлик алмашиши юз бериб улгурмайди. Камерадаги ҳаво совийди ва ундаги буғ ўта тўйиниш ҳолатига ўтади. Винтли қисқич ёрдамида эгилувчан шлангдаги тир-

қишни ўзгартириш мумкин. Бунда камеранинг иш ҳажмидаги ҳавонинг адиабатик кенгайиш тезлиги, унинг совиш ва буғнинг ўта тўйиниш даражаси ўзгаради.

Ишнинг мақсади: элементар зарраларни кузатиш ва қайд қилиш усуллари билан танишиш. Альфа-зарраларнинг Вильсон камерасидаги изларини кузатиш.

Асбоб ва материаллар: лаборатория камераси, стол лампаси, қора таглик, ацетон, этил спирти ва сув аралашмаси солинган пробирка, клеммалли металл пластинкалар, электр машинаси, улсичи сымлар.

Ишни бажариш тартиби

1. Ацетон, этил спирти ва сув аралашмаси солинган пробиркани очинг ва унга камеранинг резина ноки учини суюқликка тегмайдиган қилиб киргизиб қўйинг. Нокни аралашманинг тўйинган буғига тўлдириш учун уни бир неча марта сиқинг ва кенгайтиринг.

2. Нокни камеранинг эгилувчан шлангига бириктиринг ва камерани аралашманинг тўйинган буғи билан тўлдириш учун нокни бир неча марта аста-секин сиқинг ва тез қўйиб юборинг.

3. Камерани қора тагликка ўрнатинг ва стол лампаси билан юқоридан ёритинг. Камерадаги изларни кузатинг.

4. Агар излар жуда хира бўлса ёки умуман кўринмаса, у ҳолда винтли қисқич ёрдамида эгилувчан шлангдаги тирқишни ўзгартиринг.

5. Камерадаги изларни қоғозга чизинг.

6. Камерани металл пластинкалар орасига қўйинг. Пластинкаларни электр машинаси ёрдамида зарядланг.

7. Электр майдонига қўйилган камерадаги изларни кузатиш ва қозғалтириш.

8. Ҳар икки ҳолдаги изларни солиштириш. Пластикадаги зарядлар ишорасини билган ҳолда изларнинг электр майдонида оғишига қараб, α -зарралар зарядининг ишораси ҳақида хулоса қилиш.

Савол ва топшириқлар

1. Элементар зарраларни ўрганишнинг ўзига хос хусусиятларини айтиш.

2. Элементар зарраларни кузатиш ва қайд қилиш усулларини айтиб бериш.

3. Вильсон камерасининг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтириш.

4. 7.3-расмда иккита заррачанинг Вильсон камерасидаги излари кўрсатилган. Магнит индукцияси чизиқлари ўқувчидан китобга томон йўналган бўлса, заррачалар зарядининг ишораси қандай? Бу заррачаларнинг массалари бир хилми?



7.3-расм.

АДАБИЁТ

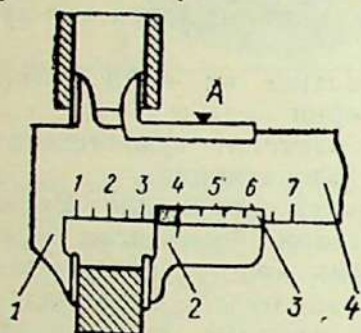
1. Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. Физика-11, «Ўқитувчи», Т., 1992, 76—78-§§.

2. Л. Б. Милковская. Повторим физику, «Высшая школа», М., 1977, 30.6-§.

И Л О В А

1. Штангенциркуль билан ишлаш

Жисмларнинг чизиқли ўлчамларини ўлчаш учун штангенциркулдан фойдаланиш мумкин. Унинг асосий қисми маълум масштабда даражаланган шкала ва нониус ҳисобланади. Нониус деб, асосий шкаланинг ўлчаш аниқлигини оширишга имкон берадиган, асбоб-



1.1-рasm.

нинг қўзғалувчан қисмига ўрнатилган ва асосий шкала бўйлаб ҳаракатланадиган шкалали мосламага айтилади (1.1-рasm).

Нониусдаги бўлимлар шундай жойлаштирилганки, асосий масштабдаги $(n-1)$ бўлим нониусдаги n та бўлим йиғиндисига тенг. Масалан: 0,1 аниқликда ўлчайдиган штангенциркуль нониуси 10 та бўлими узун-

лигининг йиғиндисига асосий масштабнинг 9 та бўлими узунлиги йиғиндисига тенг.

Штангенциркуль қўзғалувчан қисмидаги A винт нониус шкаласини маҳкамлашга хизмат қилади.

Чизиқли ўлчами аниқланиши лозим бўлган предмет штангенциркулнинг 1 ва 2 жағлари орасига жойланади (1.1-рasmга қаранг) ва A винт маҳкамланади.

Штангенциркулнинг 1 жағи қўзғалмас бўлиб, асосий шкалага, 2 жағ нониусга бириктирилган.

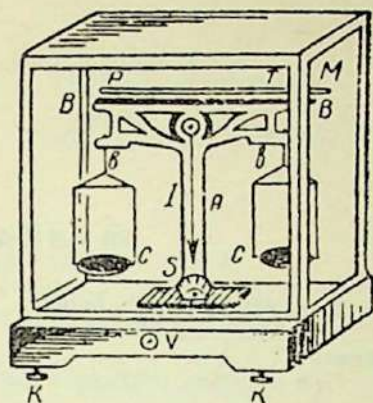
Асосий шкалада нониуснинг нолинчи чизигига қадар бўлган бутун L бирликлар санаб чиқилади.

Нониуснинг нечанчи бўлими асосий шкаланинг бўлими билан устма-уст тушиши аниқланади ва у K билан белгиланади. Шундай қилиб, жисмнинг чизиқли ўлчами $L + K \frac{1}{10}$ дан ҳисобланади.

2. Аналитик тарози билан ишлаш

Тарозининг тузилиши: тарози чанг ва шамолдан муҳофаза қилинган ойнабанд, тагликли яшикка ўрнатилган (2.1-рasm). Тарозининг асосига иккита KK винтлар

маҳкамланган. Тарозининг асосий қисмлари — BB — шайин, bb — призмалар, A — устунча, CC — паллача, I — стрелка, S — шкала, N — ўткир учли мослама ва шовун (A устунчанинг орқасида), M — рейтер, юк илиш учун махсус P ва T мосламалар, V — арретирлаш (тарозини ишчи бўлмаган ҳолатга ўтказиш) бандидан иборат. Тарозини ишга созлаш: 1) тарози KK винтлар ва шовун ёр-



2.1-расм.

дамида горизонтал ўрнатилади, 2) I стрелка S шкаланинг ўртасида туриш-турмаслиги аниқланади, агар стрелка учи шкаланинг 0 бўлимидан ўнг ёки чапга силжиган бўлса, у ҳолда шайин елкалари учларидаги винтларни буриш билан стрелка учи 0 га келтирилади.

Тарози билан ишлаш қоидалари: 1) тарозининг тозалиги кузатилади; 2) тарози ишга созланади; 3) тарози арретирланмаган бўлса, унинг паллаларига юк қўйиш мумкин эмас. Шунингдек, рейтерни шайин елкасидаги бир бўлимдан иккинчи бўлимга кўчириш мумкин эмас; 4) тарози арретирланган ҳолатда бўлганда юклар паллаларнинг ўртасига қўйилади, яъни бу юкларнинг оғирлик марказлари палланинг ўртасига тўғри келсин. Дастлаб юкларнинг оғирлигини чамалаб, ўшанга яраша тош қўйилади; 5) тарози тошлари фақат пинцет ёрдамида олинади; 6) тошлар тарозидан олингандан сўнг уларни қутичадаги ўз ўрнига келтириб қўйиш лозим; 7) тарози паллаларига юк ва тарози тошлари қўйилгач, V бандни бураш билан шайин аста арретир ҳолатдан бўшатила борилади (тарози ишчи ҳолатга ўтказилади). Агар стрелка тошлар томонга оғса, у ҳолда тарози арретирланиб, паллага яна тошлар қўйилади, стрелка юк томонга оғса, палладан тошларнинг бир қисми олинади. Бу жараён то I стрелка S шкаланинг ноль белгиси атрофида ўнгга ва чапга барабар ораликда четлашадиган бўлгунча давом эттирилади; 8) тарозини арретирлаш ва ишга тушириш оҳисталик билан бажарилади;

9) шайин тебранишлари кузатилаётганда тарози эшиклари ёпиқ бўлиши керак.

МУНДАРИЖА

Иккинчи нашрига сўз боши	3
Биринчи нашрига сўз бошидан	4
Кириш	5
Лаборатория ишларини бажаришнинг мақсад ва вазифа- лари	5
Физик катталикларни ўлчашдаги хатоликлар	6
Хатолик ва уни ҳисобга олиш	8
Лаборатория ишлари	12
I. Механика ва гидростатика	12
1. Атвуд машинаси ёрдамида кинематика қонуларини текшириш	12
2. Жисмнинг парабола бўйлаб қиладиган ҳаракатини ўр- ганиш	16
3. Горизонтга нисбатан бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракатини ўрганиш	19
4. Атвуд машинаси ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш	23
5. Қаттиқ ва суюқ жисмлар зичлигини аниқлаш	26
6. Атвуд машинаси ёрдамида Ньютоннинг иккинчи қону- нини текшириш	29
7. Сирпаниш ишқаланиш коэффициентини трибометр ёр- дамида аниқлаш	31
8. Марказга интилма куч формуласини конуссимон маят- ник ёрдамида текшириш	35
9. Қия текисликнинг фойдали иш коэффициентини аниқ- лаш	38
10. Импульснинг сақланиш қонунини текшириш	41
11. Ричагнинг мувозанатда бўлиш шартини ўрганиш	45
12. Ясси пластинканинг оғирлик марказини аниқлаш	48
13. Қаттиқ ва суюқ жисмлар зичлигини гидростатик тор- тиш усули билан аниқлаш	50
II. Молекуляр физика	56
1. Ҳавонинг моляр массасини аниқлаш	56
2. Газ ҳолати тенгламасини симобли манометр ёрдамида текшириш	59
3. Қаттиқ жисмларнинг солиштирма иссиқлик сифимини калориметрик усул билан аниқлаш	60
4. Буғ ҳосил бўлишининг солиштирма иссиқлигини аниқ- лаш	64

5. Август психрометри ёрдамида ҳавонинг намлигини аниқлаш	67
6. Музнинг эриш солиштира иссиқлигини аниқлаш	71
7. Қаттиқ жисмларнинг чизиқли ва ҳажмий кенгайиш коэффициентини аниқлаш	73
8. Суюқликнинг сирт таранглик коэффициентини аниқлаш	78
III. Электр ва магнетизм	81
1. Электростатик майдонни ўрганиш	81
2. Ўтказгичнинг солиштира қаршилигини аниқлаш	86
3. Ўтказгичларни кетма-кет ва параллел улаш	89
4. Электр иситгичли қурилманинг фойдали иш коэффициенти аниқлаш	94
5. Ток манбаининг ЭЮК ва ички қаршилигини аниқлаш	96
6. Миснинг электрохимиявий эквивалентини аниқлаш	100
7. Электромагнит индукция ҳодисасини ўрганиш	102
8. Ферромагнит моддаларнинг магнит синдирувчанлигини аниқлаш	106
IV. Тебранишлар ва тўлқинлар. Ўзгарувчан ток	110
1. Математик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш	110
2. Ҳавода товуш тўлқини узунлигини ва тезлигини резонанс труба ёрдамида аниқлаш	113
3. Ғалтакнинг индуктивлигини резонанс усули билан аниқлаш	117
4. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти аниқлаш	121
5. Электромагнит тўлқинларнинг хоссаларини кузатиш	125
V. Оптика, Атом ва ядро физикаси	128
1. Шишанинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш	128
2. Йиғувчи линзанинг фокус масофасини ва оптик кучини аниқлаш	131
3. Спектроскопни даражалаш ва даражаланган эгри чизиқ бўйича ёруғлиkning тўлқин узунлигини аниқлаш	135
4. Фотоэлементнинг вольтампер характеристикасини олиш	139
5. Дифракцион панжара ёрдамида ёруғлик тўлқинининг узунлигини аниқлаш	144
6. Спектроскоп ёрдамида водород атомининг спектрини ўрганиш	148
7. Альфа-зарраларнинг Вильсон камерасидаги изларини кузатиш	152
Илова	156
1. Штангенциркуль билан ишлаш	156
2. Аналитик тарози билан ишлаш	157

На узбекском языке

СИЛЬВИЯ АЛЕКСАНДРОВНА БУДАРИНА
АБДУВАЛИ АБДУКАДЫРОВИЧ ИСРАИЛОВ

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ
ПО ФИЗИКЕ**

Учебное пособие для слушателей
подготовительных отделений
вузов

Ташкент — «Уқитувчи» — 1993

Муҳаррир Б. Холлиев, Х. Пўлатхўжаев

Расмлар муҳаррири Н. Сучкова

Тех. муҳаррир С. Турсунова

Мусаҳҳих Ш. Тўлаганов

ИБ № 6045

Теришга берилди 11.11.91. Босишга рухсат этилди 12.11.92. Формати 84×108/32. Литературная гарнитураси. Кегли 10 шпонсиз. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 8,40. Шартли кр.-отт. 8,61. Нашр. л. 7,85. Тиражи 8000. Заказ № 2551.

«Уқитувчи» нашриёти. Тошкент, 129. Навоий кўчаси, 30. Шартнома 09—65—92.

Ўзбекистон Республикасининг матбуот Давлат қўмитасининг Тошпо-
лиграфкомбинати. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. 1992.

Ташполиграфкомбинат Госкомпечати Республики Узбекистан. Таш-
кент, ул. Навои, 30.

«УҚИТУВЧИ»