

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**M.F. Atayeva, J.R. Rayimbaev, Sh.E. Karshiboyev,
S.X. Zoirov, S.N. Murodov**

**FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA
ISHLARNI BAJARISH BO‘YICHA
O‘QUV QO‘LLANMA**

*(Oliy o‘quv yurtlari Biologiya va kimyo bakalavr ta’lim yo‘nalishi talabalari
uchun metodik qo‘llanma)*

**“KAMOLOT” nashriyoti
Buxoro-2024**

UO‘K: 577.322

KBK: 24.5

A90

M.F.Atayeva, J.R.Rayimbaev, Sh.E.Karshiboyev, S.X.Zoirov, S.N.Murodov / Fizika fanidan laboratoriya ishlarni bajarish bo‘yicha o‘quv qo‘llanma: o‘quv qo‘llanma - Buxoro: “BUXORO DETERMINANTI”MCHJning Kamolot nashriyoti, 2024. - 160 b.

Ushbu o‘quv qo‘llanma “Biologiya” va “kimyo” yo‘nalishidagi tahsil olayotgan talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, unda fizika fanidan fan dasturida keltirilgan bajarilishi lozim bo‘lgan laboratoriya ishlari keltirilgan. Hamma ishlarning tavsifi reja asosida yozilgan bo‘lib, ularni bajarish qulay holga keltirilgan. Qo‘llanmada har bir ishga ta’luqli bo‘lgan qurilma va asboblarning tuzilishi, ishni bajarish tartibi, shuningdek ishning asosiy maqsadlarini anglatuvchi sinov savollari berilgan.

Qo‘llanmadan biologiya va kimyo yo‘nalishidagi barcha mutaxassisliklarda ta’lim olayotgan talabalar foydalanishlari mumkin.

Ma’sul muharrir: O‘zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti
“Fizika” kafedrası dotsenti Q.T. Xoliqov

Taqrizchilar: pedagogika fanlari doktori, professor
S.Q.Qahhorov (BuxDU);
fizika-matematika fanlari doktori, professor
S.X. Umarov (BuxDTI);

ISBN: 978-9910-761-49-2

Ushbu O‘quv qo‘llanma Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024 yil 6 sentyabrdagi 333-sonli buyrug‘iga asosan nashrga ruxsat berildi. Ro‘yxatga olish raqami 333-248.

© “KAMOLOT” nashriyoti

MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI	5
I BOB. FIZIKAVIY LABORATORIYA VA TAJRIBALARNI BAJARILISHI TARTIBI	6
1-§. Fizikaviy tajriba, uning maqsadi va unga qo‘yiladigan talablar	6
2-§. Laboratoriya ishlarini bajarishdagi o‘lchashlar, xatoliklar va ularni hisoblash	11
II BOB. FIZIKAVIY LABORATORIYA ISHLARI	22
1-§. Laboratoriya ishi № 1. Turli shakldagi detallarning o‘lchamlarini aniqlash	22
1.1. Mashq-1. Masshtab chizg‘ichidan foydalanish	22
1.2. Mashq-2. Shtangensirkul yordamida turli shaklidagi detallarning hajm va zichligini aniqlash	25
1.3. Mashq-3. Mikrometr yordamida plastinka qalinligini o‘lchash	26
2-§. Laboratoriya ishi № 2. Turli moddalarning konsentratsiyasini aniqlash	29
2.1. Mashq-1. Eritma konsentratsiyasini piknometr yordamida aniqlash	30
2.2. Mashq-2. Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasini aniqlash	31
3-§. laboratoriya ishi № 3. Matematik mayatnik yordamida yerning erkin tushish tezlanishni aniqlash	33
4-§. Laboratoriya ishi № 4. Prujinalarni ketma-ket va parallel ulab elastiklik kuchlarini o‘rganish	37
5-§. Laboratoriya ishi № 5. Qiya tekislikning foydali ish ko‘effitsientini aniqlash	41
6-§. Laboratoriya ishi № 6. Qattiq jismlarning zichligini aniqlash	44
6.1. Mashq – 1	46
6.2. Mashq – 2	46
7-§. Laboratoriya ishi №7. Yung modulini aniqlash	47
8-§. Laboratoriya ishi № 8. Jismning inersiya momentini trifelyar osma usuli	51
9-§. Laboratoriya ishi № 9. Stoks usuli bilan suyuqliklarning yopishqoqlik ko‘effitsiyentini aniqlash	57
10-§. Laboratoriya ishi № 10. Suyuqlik yopishqoqlik ko‘effitsiyentining temperaturaga bog‘liqligini viskozimetr yordamida aniqlash	60
11-§. Laboratoriya ishi № 11. Gaz qonunlari Boyle-Mariott qonuni.	64
12-§. Laboratoriya ishi № 12. Tomchi uzilish usuli bilan suyuqliklarning sirt taranglik ko‘effitsiyentini aniqlash	67

13-§.	Laboratoriya ishi № 13. Havoning namligini psixrometr yordamida aniqlash	72
14-§.	Laboratoriya ishi № 14. Aralashtirish yo‘li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash	76
15-§.	Laboratoriya ishi № 15. Elektr zanjiri elementlarini o‘rganish	79
16-§.	Laboratoriya ishi № 16. O‘tkazgichning solishtirma qarshilgini aniqlash	93
17-§.	Laboratoriya ishi № 17. Elektron ossillograf ishini o‘rganish	96
	17.1. Mashq-1	100
	17.2. Mashq-2	101
18-§.	Laboratoriya ishi № 18. Yorug‘lik interferensiyasini Nyuton xalqalari yordamida aniqlash	102
19-§.	Laboratoriya ishi № 19. Yorug‘likning to‘lqin uzunligini difraksion panjara yordamida aniqlash	108
20-§.	Laboratoriya ishi № 20. Qavariq linzaning bosh fokus masofasini aniqlash	114
	20.1. 1-usul.Fokus oralig‘i linza buyum va linza bilan tasvir orasidagi masofalarga qarab aniqlash	114
	20.2. 2-usul Fokus oralig‘ini buyum bilan uning tasviri kattaligiga va linza bilan tasvir orasidagi masofaga qarab aniqlash	135
	20.3. 3-usul Linzani siljitish yo‘li bilan uning fokus masofasini aniqlash	135
21-§.	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash	118
III BOB.	TALABALARGA MUSTAQIL TA’LIM UCHUN TAVSIYA QILINGAN LABORATORIYA ISHLARI	124
1-§.	Laboratoriya ishlarini virtual holatda yig‘ish va bajarish	124
2-§.	LabWIEV dasturi asosida bajarilishi tavsiya qilingan laboratoriya ishlari	131
	2.1. Laboratoriya ishi № 23. LabVIEW dasturida elektron ossillograf yig‘ish va undan signal spektrilarini o‘rganish.	131
	2.2. Laboratoriya ishi № 24. LabWIEV dasturida diodning volt-amper tavsifnomasini olish sxemasini yig‘ish va undan foydalanish	136
	2.3. Laboratoriya ishi № 25. Matematik mantiqiy amallarni LabWIEV dasturida bajarish	139
ILOVALAR		142
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI		153

SO‘Z BOSHI

Ushbu o‘quv qo‘llanma mualliflarining shu sohadagi ko‘p yillik ish tajribalari asosida yozilgan bo‘lib, mualliflar tomonidan tayyorlangan 25 ta laboratoriya ishi ushbu o‘quv qo‘llanmada o‘z aksini topgan.

Mazkur o‘quv qo‘llanmani yozishda mualliflar:

- birinchidan, talabalarni umumiy fizika tajriba mashg‘ulotlari bo‘yicha o‘zbek tilidagi qo‘llanma bilan ta‘minlashni;
- ikkinchidan, talabalarning fizik qonunlar, hodisalar va jarayonlarni chuqurroq o‘rganishlariga, ularning tajriba o‘tkazish va o‘lchashlarning oddiy usullarini o‘zlashtirishlariga yordam berishni o‘z oldilariga maqsad qilib qo‘ydilar.

Har bir laboratoriya ishi fizika kursining alohida mavzulariga bag‘ishlangan. Qo‘llanmada berilgan har bir mashg‘ulotning tavsifida qat’iy ketma-ketlikka rioya etilgan bolib, dastlab ishning maqsadi, so‘ngra ish to‘g‘risida aniq nazariy ma’lumotlar bayon qilingan. Talabalarga foydalanish uchun tavsiya etiladigan adabiyotlar berilgan. Har bir laboratoriya mashqida ishni bajarish uchun kerakli asbob va materiallarning nomlari, qurilmaning tavsifi, ishning bajarilish tartibi va laboratoriya ishining oxirida talaba nazariy hamda amaliy bilimlarini tekshirib ko‘rish uchun sinov savollari keltirilgan.

Talabalarning vaqtini tejash maqsadida qo‘llanmaning oxirida fizik kattaliklarning turli sharoitdagi qiymatlari jadvallari, ularning Xalqaro birliklar sistemasidagi birliklari, ba’zi formulasi ilova qilingan. Laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida qo‘yiladigan talablar, tegishli xavfsizlik qoidalari qo‘llanmaning bosh qismida bayon etilgan. Qo‘llanma Respublikamiz universitetlari va institutlarining barcha biologiya va kimyo yo‘nalishlarida ta’lim olayotgan talabalari uchun yaratildi.

I BOB. FIZIKAVIY LABORATORIYA VA TAJRIBALARNI BAJARILISHI TARTIBI

1-§. Fizikaviy tajriba, uning maqsadi va unga qo'yiladigan talablar

Barcha tabiiy fanlar singari fizika fani ham dialektik materializmning qonun va qoidalariga asoslangan holda tabiatning fizikaviy hodisalarini o'rganadi. Ulardan ishlab chiqarishning samaradorligini oshirishda, fan va texnika yutuqlarini xalq xo'jaligining tarmoqlariga joriy qilishda keng ko'lamda foydalaniladi.

Agar dialektik materializm tabiat, jamiyat hamda inson tafakkuri rivojlanishining umumiy qonunlarini o'rgansa, fizika fani esa materiyaning fizikaviy strukturasini, fizikaviy hodisalarning maydonga kelish va rivojlanish qonuniyatlarini o'rganadi.

Materiya harakatini, xususan, fizikaviy o'zgarishlarni va fizikaviy hodisalarning borishidagi qonuniyatlarni o'rganish oddiy kuzatishlar olib borish, kuzatishlar asosida gipoteza va postulatlar bayon qilish va nihoyat, ilmiy-nazariy fikrlarning qanchalik to'g'ri ekanligini tajribada tekshirib ko'rish yo'li bilan amalga oshiriladi. Demak, ilmiy bilish protsessining eng zarur qismi-oddiy kuzatishlardan murakkabrog'iga o'tish, yanada murakkab kuzatishlarni esa eksperiment-tajriba bilan almashtirishdir. Buning ma'nosi shuki, har qanday ilmiy tekshirishlarning nihoyasi va tasdig'i-eksperiment, ya'ni u yoki bu hodisani tushuntiruvchi fizikaviy qonuniyatlarni to'g'ri, haqiqatga yaqinroq shaklda xulosalashda eksperiment hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Fizikaviy hodisa zaminida yotuvchi va tekshirish talab etuvchi g'oya qanchalik chuqur va murakkab bo'lmasin, unga mos keluvchi hamda uning nozik tomonlarini ochib beruvchi har qanday murakkab eksperimentni oxirigacha olib borishda va ishonchli natijalar olishda butun javobgarlik eksperimentator zimmasida bo'ladi. Maqsadga muvofiq qo'yilgan va natijasi to'g'ri talqin etilgan fizikaviy eksperiment faqat ilmiy bilishning zarur qismigina bo'lib qolmay, balki texnikaning va boshqa tibbiyot fanlarining rivojlanishida ularning yangidan-yangi tarmoqlarining yuzaga kelishida turtki bo'lishi mumkin. Fizikaviy tajriba shuning uchun ham tekshirishning muhim shakli hisoblanib, u quyidagi talablarga javob bermog'i lozim, ya'ni:

- fizikaviy tajriba muayyan, aniq tasavvur qilingan savolga javob berish maqsadida qo'yilishi,

- tajriba natijalarini sharhlashda yana qo'shimcha tajribaga muhtojlik bo'lmasligi,
- tajriba o'tkazish sharoiti doimiy saqlanishi va tekshiruvchining talabini to'la qanoatlantirishi,
- tajriba barcha o'lchanayotgan fizikaviy kattaliklarni qiymatini juda katta aniqlikda olish imkonini ta'minlashi kerak.

Fizikaviy tajribaning maqsadi talabada fizikaviy qonuniyatlarning ob'ektiv xarakteri va ularning qo'llanish chegaralari to'g'risida tushuncha hosil qilish bilan birga uni fizikaviy o'lchash metodlari hamda o'lchov asboblari va ularning ishlash printsiplari bilan tanishtirish, shuningdek, unda maktabda ayrim laboratoriya ishlarini mustaqil qo'ya bilish va o'tkazish, tajriba natijalarini qayta ishlab chiqish ko'nikmasi va malakasi hosil qilishdan iboratdir.

Fizikani o'zlashtirishda bilim bulog'i va tadqiqot metodi sifatida fizikaviy eksperimentlar xizmat qiladi. O'quv eksperimenti – dars vaqtida fizik hodisalarni yuz berish mexanizmini, qonuniyatlarini va turli bog'lanishlarini maxsus asboblardan yordamida ko'rsatishdan iborat. Shuning uchun, o'quv eksperimenti har doim bilimlar ko'lami, o'qitish vositalari va tadqiqot metodining vazifasini bajaradi.

Oliy ta'lim muassasasining sharoitiga mos ravishda, fizik eksperimentlar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Namoyishli tajribalar.
2. Frontal laboratoriya ishlar.
3. Fizik praktikum.
4. Auditoriyadan tashqari kuzatishlar va tajribalar.

Namoyishli tajriba – fizik hodisalar va ular orasidagi bog'lanish qonunlarini o'qituvchi tomonidan tajribada ko'rsatilishidir. U bir vaqtda auditoriyadagi barcha talabalarga tajribani kuzatish va ko'rishga mo'ljallangan hodisalarni barchasi bir vaqtda kuzatishadi. Namoyishli tajribalar fizik hisoblashlarni amalga oshirishga va fizik tushunchalarni shakllantirishga sharoit yaratadi. O'qituvchining tushuntirishini oydinlashtirib va asoslab, hodisaning turli belgilarini ko'rgazmali va ishonchli bayon qilishga yordam beradi. Ayrim hodisalarning borish mexanizmini ko'rsatish uchun hozirgi vaqtda kompyuter texnologiyasi keng qo'llanilmoqda. Natijada, tushinib va ko'rib qabul qilingan axborotlar tafakkur orqali tahlil qilinadi. Fikrlash asosida hodisaning mazmuni o'zlashtiriladi va natijada bo'lajak fiziklar chuqur mustahkam bilimga ega bo'ladi. Bilimlarni amalda qo'llashga

o'rgangandagina, bo'lajak haqiqiy bilim bo'lib hisoblanadi.

Namoyishli tajriba metodikasi – tajriba o'tkazishga talabaning o'zi mustaqil ravishda tajribani o'tkazadi.

Namoyishli tajriba texnologiyasi deganda tajribaning samaradorligini ta'minlovchi vositalar va metodlarning to'plamiga aytiladi. Talaba tomonidan o'tkazilayotgan tajriba va namoyishlar davomida tajriba to'g'ri bajarilsa, aniq natijalar olib xulosalay olsa, ta'limning bu jarayondagi samaradorligini ijobiy baholash mumkin bo'ladi.

Namoyish xulosasining haqqoniyligi – u namoyishning xulosasini hech qanday shubhaga olib kelmaslik ishonch bilan bajarilganligi isbotlanishi lozimdir.

Namoyishning yaqqolligi – bu talab auditoriyadagi barcha bo'lajak texnik muhandislar asboblarnigina emas, balki ularning barcha qismlarini bilishlari tuzata olishlari bilan aniqlanadi;

Namoyishning ko'rgazmaliligi – bu esa ko'rsatilayotgan hodisa yaqqol, aniq, qulay va tushunarli bo'lishi bilan aniqlanadi;

namoyish xulosasining ishonchliligi - tajriba hech qachon noto'g'ri fikrlashga olib kelmasligi, boshqacha aytganda, uning borishidagi har bir lavha va xulosa har doim ishonchli bo'lishi kerak:

Namoyishli tajriba qisqa vaqtda o'tkazilishi kerak – buning uchun o'qituvchi tomonidan tajribani bajarishning muqobil varianti o'ylab topiladi va u bir necha marta takroran o'tkazish orqali amalga oshiriladi;

Namoyishni bajarishning ishonchliligi - asboblarning ko'rsatish aniqligi, qurilmaning har bir elementining mustahkamligi orqali aniqlanadi;

Namoyishning dizaynli estetik bo'lishi – bu tajribani bajarishning ko'rkamligi, asboblarning va materiallarning tashqi ko'rinishi qiziqarli ekanligi bilan belgilanadi;

Namoyishni o'tkazish vaqtida texnika xavfsizligiga rioya talab qilinadi. Laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etishda har bir guruhga bir xil asboblarning va materiallarning beriladi. Ishning maqsadi, kerakli anjomlar, ishni bajarish tartibi va xulosa chiqarish yo'li ishning bayonnomasida to'liq beriladi, qo'shimcha ma'lumotlarni o'qituvchi dars davomida etkazadi. Fizik asboblardan foydalanish bilan bir qatorda laboratoriya ishlarini virtual shaklda kompyuterda bajarish ham taklif qilinadi

Frontal laboratoriya ishlari – uni o‘tkazish jarayonida talabalar mustaqil ravishda fizik kattaliklarni o‘lchaydigan, shuningdek, zarur laboratoriya jihozlaridan foydalangan holda fizik hodisalarni kuzatadilar va qayta namoyish etadilar. Talabalarga amaliy ko‘nikma va ko‘nikmalar o‘rgatiladi, ularning ahamiyati ularni bosqichma-bosqich egallashdadir. Frontal laboratoriya ishlarini bajarishda eng oddiy ko‘nikma va malakalar shakllanadi, chunki oddiy jihozlardan foydalaniladi. Shu munosabat bilan frontal laboratoriya ishlari talabalarning zamonaviy laboratoriya jihozlari bilan ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish muammosini qisman hal qiladi. Frontal laboratoriya ishlari tegishli materialni o‘rganish vaqtida amalga oshiriladi.

Frontal laboratoriya ishlarini tasniflashda qanday xususiyatlar asos qilib olinganligiga qarab, quyidagilarni ajratish mumkin: sifat va miqdor ish; qisqa muddatli va butun dars uchun mo‘ljallangan ish; va ijodiy ishlar deb ataluvchi ishlar. Biroq, fizika o‘qitish nazariyasi nuqtai nazaridan qaraganda, eng chuqur va samarali tasniflash ishning didaktik maqsadlariga ko‘ra bo‘ladi. Shu asosda quyidagi kasb turlari ajratiladi:

1. Fizik hodisalarni kuzatish va o‘rganish;
2. O‘lchov asboblari va fizik kattaliklarni o‘lchash bilan tanishish;
3. Fizik asboblari va texnik qurilmalarning tuzilishi va ishlash mexanizimi bilan tanishish;
4. Miqdoriy qonuniyatlarni aniqlash yoki tekshirish;
5. Fizik doimiylarni, modda va jarayonlarning xarakteristikalarini aniqlash.

Frontal laboratoriya ishlarini bajarish quyidagi muammolarni yechishga yordam berar ekan: bilimlarni amalda qo‘llashga o‘rgatadi; hayotda va mehnatda zarur metodlarni va ko‘nikmalarni shakllantiradi; asbob va qurilmalardan foydalanish malaka va ko‘nikmalarini shakllantiradi; bo‘lajak o‘qituvchilarni kasbiy qobiliyatini o‘stirishga yordam beradi; ularning mustaqil fikrlash va ishlash ko‘nikmasini rivojlantiradi

Fizik praktikum - bu laboratoriya darsini o‘tkazish shakli bo‘lib, unda talabalar guruhlariga bo‘linadi va frontal laboratoriya ishlariga nisbatan murakkab xarakterdagi olingan topshiriqlar bo‘yicha ishlarni bajaradilar, shu bilan birga guruhlar uchun vazifalar har xil bo‘ladi. Laboratoriya mashg‘ulotlarini o‘tkazish uchun vaqt tematik

rejalashtirishda, yoki kursning bir bo'limini o'rgangandan so'ng, yoki ma'lum bir o'quv yili uchun butun fizika kursini o'rgangandan so'ng ajratiladi, bu ko'pincha amalda qo'llaniladi.

Auditoriyadan tashqari kuzatishlar va tajribalar - bu ishlar tabiatda, uyda, ishlab chiqarishda yoki ilmiy laboratoriyalarda, ishxonalarda o'tkazilishi mumkin. Ular o'qituvchining topshirig'i bo'yicha, uning ishtirokisiz bajariladi. Bunday ishlarning turlarini o'qituvchi o'ziga xos tarzda talabalarning qobiliyatiga, eksperiment o'tkazishga bo'lgan qiziqishiga yarasha tanlab oladi va ayrim talabalarga shaxsiy topshiriqlar berishi mumkin. Bunday ishlarni bajarish talabalarning kuzata olish qobiliyatini, mustaqilligini va texnik madaniyatini o'stirishga yordam beradi. Oliy maktab amaliyotida fizikadan auditoriyadan tashqari ishlarning turli shakllari mavjud: fizik va fizika-texnik to'garaklar, ilmiy tadqiqot institutlari laboratoriyalariga sayohat va ularda ishlash, turli kechalar va konferentsiyalar, talabalarning ma'ruzalari va referatlari, pedagogik amaliyot davrida fizika va texnika bo'yicha ko'rgazmalar uyushtirish hamda devoriy gazetalar, byulleten va jurnallar chiqarish, ilmiy ommabob va fizikaning yutuqlariga bag'ishlangan kinofilmlar ko'rsatish, fizika haftaliklari hamda dekadalar o'tkazish va boshqalar.

Fizikadan o'tkaziluvchi auditoriyadan tashqari ishlarni mazmuniga ko'ra ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. O'quv materialiga bevosita bog'liq bo'lgan auditoriyadan tashqari ishlar. Ular darsning mazmuni bilan mustahkam bog'langan bo'lib, talabalarni muhim bo'lgan dastur materiallarini o'zlashtirib olishiga hamda mustahkam bilim va ko'nikmalarni egallashiga xizmat qiladi.

2. Dars bilan bog'liq, ammo talabalarning fizika va texnika to'g'risidagi bilimlarini, malaka va ko'nikmalarini chuqurlashtirish maqsadida dasturdan tashqari bajariluvchi ishlar. Bunday ishlarning asosiy maqsadi – talabalarning fikrlashini yanada kengaytirish, fizika-texnik bilimlarga bo'lgan qiziqishini oshirish va ularning ijodkorlik qobiliyatlarini rivojlantirishdan iborat.

Yuqorida aytib o'tilganidek, laboratoriya amaliy ishlari uchun vazifalar frontal ishlardan murakkabligi bilan sezilarli darajada farq qiladi. Shu munosabat bilan, ularni bajarish vaqti ikkita o'quv mashg'ulotiga ko'payadi, ammo bu turdagi ishlarni bitta darsda bajarish holatlari ham mavjud. Amaliy ishlarni bajarish uchun yanada

murakkab va zamonaviy uskunalar talab qilinadi, chunki uning vazifalari o'rganilayotgan butun bo'lim yoki kursni qamrab oladi.

2-§. Laboratoriya ishlarini bajarishdagi o'lchashlar, xatoliklar va ularni hisoblash

O'lchashlar, xatoliklar va ularni hisoblash. Biror fizikaviy kattalikni o'lchash –o'lchov birligi sifatida qabul qilingan va bu kattalik bilan bir jinsli bo'lgan kattalikning o'lchanayotgan kattalikdan necha marta katta-kichikligini bilishdir. O'lchash aniqligi hech qachon «absolyut» bo'lishi mumkin emas. U har doim qandaydir xatolikka ega bo'ladi. Bo'nga sabab har qanday o'lchov asbobining biror kattalikni ma'lum aniqlikdagina o'lchay olishligidadir. Shuning uchun ham bevosita biror kattalik qiymatini o'lchov asbobining aniqligidan yuqori aniqlikda o'lchash mumkin emas. O'lchash aniqligi qurol aniqligidan oshirish uchun o'lchashlarni bir necha marta takrorlash kerak.

Masalan, mayatnikning tebranish davrini $\frac{1}{10}$ sek aniqlikka ega bo'lgan sekundomer bilan ikki xil usulda o'lchash mumkin.

1) Agar mayatnikning bitta tebranishi uchun ketgan vaqtni o'lchasak, xatolik 0,1 sek bo'ladi.

2) Agar 100 ta tebranish uchun ketgan vaqtni topib, uni 100 ga bo'lsak, xatolik $0,1:100=0,001$ bo'lib, o'lchash aniqligi 100 marta ortadi.

O'lchov asboblari bog'liq bo'lgan xatolikdan tashqari xatoliklarning boshqa manbalari ham mavjudligidan, ularni asosan uchta gruppaga bo'lish mumkin:

1) Biror sabab ta'sirida yuzaga keladigan (masalan, tarozi strelkasining, miqrometr va shtangentsirquldagi limbning nol nuqtada turmasligi va h.k.), ammo eksperimentatorga ma'lum bo'lgan sistematik xatolik. Barcha o'lchashlarda bu xatolik bir xil qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun uning hissasini oxirgi natijadan chiqarib tashlash mumkin.

2) Eksperimentatorning e'tiborsiz ishlashi tufayli (masalan, asbobning ko'rsatishini noto'g'ri hisoblash, raqamlarni noaniq yozish, asbobni noto'g'ri o'rnatish va sh.o.) yuzaga keladigan xatolar.

3) Kutilmagan sabablarga ko'ra (masalan, o'lchash o'tkazilayotgan xonaga havo oqimining kirib qolishi, binoning ichida temperaturaning o'zgarib ketishi, qurollar o'rnatilgan taglikning

tebranib ketishi kabi sabablar) yuzaga keladigan tasodifiy xatolar. Bu xatoliklarning avvaldan oldini olish mumkin. Masalan, xavo oqimidan saqlanish uchun o'lchanishi zarur bo'lgan ob'ektni xona ichiga joylashtirish (analitik tarozida tortishdagidek), temperatura gradientidan saqlanish uchun ob'ektni termostat bilan himoya qilish va shunga o'xshash choralarni qo'llash mumkin. Ammo shunday xatolikka yo'l qo'yilganligi sezilsa, hech erinmasdan natijani yana takror tekshirib ko'rish kerak.

Xatoliklar nazariyasida ehtimollar nazariyasi metodlariga asoslangan holda tasodifiy hatoliklarni o'rganishda quyidagi qoidalarga tayaniladi.

1) Qarama-qarshi ishorali, absolyut qiymatlari bo'yicha teng bo'lgan tasodifiy xatoliklar bir xil ehtimollikda uchraydi.

2) Xatolikning absolyut qiymati qancha katta bo'lsa, uning ro'y berish ehtimoli shuncha kam bo'ladi.

Demak, birinchi qoidadan shunday xulosa kelib chiqadi: to'g'ri va teskari yo'nalishdagi o'lchashlar qancha ko'p takrorlansa, absolyut qiymatlari teng, ishoralari qarama-qarshi bo'lgan xatoliklarning algebratik yig'indisi nolga intiladi. Ikkinchi qoidadan esa juda katto xatoliklar bo'lishi mumkin emasligi kelib chiqadi.

Shunday qilib, juda ko'p takroriy o'lchashlar natijasida o'lchanayotgan N kattalikning qiymati uning o'rta arifmetik qiymatiga taxminan teng bo'lib qoladi.

Agar haqiqiy qiymati bo'lgan biror fizikaviy kattalikning qiymatini n marta o'lchasak, u holda har bir o'lchashda N katta N_1 , $N_2, \dots, N_n$ ketma-ket qiymatlar va ularga mos ravishda absolyut xatolar olinali, ya'ni:

$$\begin{aligned} N &= N_1 \pm \Delta N_1, \\ N &= N_2 \pm \Delta N_2, \\ &\dots\dots\dots \\ N &= N_n \pm \Delta N_n \end{aligned} \tag{1}$$

yoki

$$N = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \tag{2}$$

Bu yerda

$$\bar{N} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \quad (3)$$

va

$$n \gg 1 \text{ da } \pm \sum_{i=1}^n \Delta N_i = 0 \quad (4)$$

ga asosan $N \approx \bar{N}$ bo'ladi.

Bevosita o'lchashdagi xatoliklar. N kattalik qiymatini bevosita o'lchashdagi hatolik ko'proq asbobning aniqlik klassiga bog'liq bo'ladi. Xatolikni baholash uchun absolyut va nisbiy xatolik tushunchalarini kiritamiz. Absolyut xatolik deb, kattalikning $\bar{N}$ o'rtacha qiymati bilan uning mazkur o'lchashdagi N_i qiymati ayirmasining absolyut qiymatiga aytiladi:

$$\Delta a_i = |\bar{N} - N_i| \quad (5)$$

Ushbu

$$\Delta a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \quad (6)$$

ga teng.

$$\Delta N = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\bar{N} - N_i| \geq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i$$

tenglik esa o'rtacha haqiqiy absolyut xatolik bo'ladi. Shunga asosan va xatolikni $\bar{N}$ o'rtacha kattalikka qo'shish yoki ayirish kerakligidan

$$\begin{aligned} N &\geq \bar{N} - \Delta N, \\ N &\leq \bar{N} + \Delta N \end{aligned} \quad (7)$$

bo'ladi. ΔN O'rtacha haqiqiy absolyut xatolik hech qachon Δa o'rtacha absolyut xatolikdan katta bo'la olmaganligi sababli, N ning haqiqiy qiymati

$$N - \Delta a \leq N \leq N + \Delta a \quad (8)$$

intervalda yotadi, ya'ni

$$N = N \pm \Delta a \quad (9)$$

juda ko'pchilik hollarda o'lchashning Δa o'rtacha absolyut xatoligi Δa_0 asbob xatoligidan katta bo'ladi. Bunday hollarda (9) formulani qo'llash mumkin. Ba'zan buning teskarisi bo'ladi: o'rtacha absolyut xatolik

asbob xatoligidan ancha kichik bo'ladi. Bunday hollarda ko'p marta o'lchash o'rinli bo'rmaydi. Chunki har qanday o'lchashda ham asbob o'z xatoligini beravermaydi. Shuning uchun (9) formula o'rniga

$$N = N_0 \pm \Delta a \quad (10)$$

formuladan foydalanish o'rinli bo'ladi (bu erda N_0 -asbobning ko'rsatishi, Δa_0 -asbobning xatoligi). Har qanday asbob xatoligi uning shkalasidagi eng kichik bo'limining yarmiga teng deb olinadi.

O'rtacha absolyut xatolik hamma vaqt ham o'lchash aniqligini to'la xarakterlamaydi. Masalan, bir termometr 0,1 aniqlikda, ikkinchisi esa 0,5 aniqlikda yoki bir shtangentsirgul 0,05 mm aniqlikda, ikkinchisi 1 mm aniqlikda o'lchasa, ulardan qaysi birining o'lchashi aniqroq ekanligini to'g'ridan-to'g'ri aytish qiyin. Shuning uchun o'lchash aniqligini baholash maqsadida nisbiy xatolik tushunchasidan foydalaniladi. O'lchashdagi nisbiy xatolik deb,

$$E = \frac{\Delta a}{N} \quad (11)$$

nisbatga aytiladi. U ismsiz kattalik bo'lib, odatda protsent hisobida ifodalanadi:

$$E = \frac{\Delta a_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (11)'$$

(10) tenglik o'rinli bo'lgan hol uchun:

$$E = \frac{\Delta a_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (12)$$

Bevosita o'lchashdagi xatoliklarni baholash. Agar $N=f(A,B)$ funktsional bog'lanish mavjud bo'lsa, A va B kattaliklarning har birini o'lchashdagi absolyut xatolik N ni o'lchashdagi xatolik tarkibiga kiradi. Faraz qilaylik,

$$N=A+B \quad (13)$$

U holda A va B larni o'lchashdan $A = A \pm \Delta A$, $B = B \pm \Delta B$ tengliklarni olamiz va ularni (13) ga qo'yib, $N = (A+B) \pm \Delta A \pm \Delta B$ natijaga ega bo'lamiz. Oxirgi tenglikni (9) bilan solishtirib, $\bar{N} = \bar{A} + \bar{B}$; $\pm \Delta a = \Delta A \pm \Delta B$ tengliklarni hosil qilamiz. Agar eng katta mumkin bo'lgan xatolik nazarda tutilayotgan bo'lsa, o'rtacha absolyut xatolik uchun quyidagi tenglik olinadi:

$$\pm \Delta a = \Delta A + \Delta B \quad (14)$$

Demak, bir necha kattaliklar yig'indisining o'rtasining o'rtacha absolyut xatoligi har bir kattalikning alohida o'lchashdagi absolyut xatoliklar yig'indisiga teng. $N=A-B$ holda ham xuddi shu natijaga kelinadi.

$$\pm \Delta a = \bar{A} \cdot \Delta B + \bar{B} \cdot \Delta A \quad (15)$$

bo'ladi, agar $N = \frac{A}{B}$ bo'lsa,

$$\pm \Delta a = \frac{\bar{A} \cdot \Delta B + \bar{B} \cdot \Delta A}{B^2} \quad (16)$$

tenglik hosil bo'ladi. (15) va (16) tengliklarning isbotini o'quvchilarning o'zlariga havola qilamiz.

Bevosita o'lchashdagi nisbiy xatolikni topish uchun eng avvalo berilgan ifodadan natural logarifm olinadi, so'ngra u differentsiallanadi va nihoyat, d differentsial belgisi Δ bilan almashtiriladi. Masalan, bizga erkin tushish tezlanishi qiymatini hisoblashda matematikaviy mayatnik uzunligi va davrini o'lchashdagi nisbiy xatolikni topish talab etilsin.

Ma'lumki, $g = 4 \frac{\pi^2 l}{T^2}$. Yuqorida aytilganlarga ko'ra

$$\ln g = \ln 4 + 2 \ln \pi + \ln l - 2 \ln T$$

yoki

$$d(\ln g) = 2 \frac{d\pi}{\pi} + \frac{dl}{l} - 2 \frac{dT}{T} = \frac{dg}{g},$$

$$d \rightarrow \Delta \text{ o'tishda} \quad (17)$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T}{T} = E$$

Odatda nisbiy xatolik maqsimal bo'lishini nazarda tutib, har bir qo'shiluvchi oldidagi ishora «plus» qilib olinadi. Shuning uchun (17) ifodada ham tebranish davrining nisbiy xatosi oldidagi ishora «plus» qilib olinadi.

Taqribiy sonlarni yozishning maxsus hollari. Tajribadan olingan natijalarni formula asosida aniq hisoblash, ularning haqiqiy yaqin qiymatlarini tanlay bilish, kattalikning son qiymatlarini xatoliklarni hisobga olgan holda yaxlitlash kabi operatsiyalar eksperimentatordan

zo‘r mahorat va ziyraklikni talab etadi.

Kattalikning son qiymatini hisoblashda ham absolyut, ham nisbiy xatoliklarning bo‘lishi muqarrar. Shuning uchun ham kattalikning son qiymatini aniqlashda quyidagi ikki holga e‘tibor qilish kerak.

1) Hisoblash formulasida qatnashuvchi ayrim taqribiy kattaliklar (masalan, π va e sonlari, logarifmlar va trigonometrik funktsiyalar) ning qiymatlari jadvalda berilgan bo‘ladi. Ularning haqiqiy qiymatini shu jadvalda keltirilgan qiymatlardan shunday tanlash kerakki, bu tanlangan qiymatlarining aniqligi o‘lchanayotgan kattalik aniqligi ortiq yoki kam bo‘lmasligi lozim. Masalan, biz o‘lchanayotgan kattalikning qiymati butun qismdan so‘ng o‘n mingdan bir aniqlikda topilsa, uning qiymatini hisoblashda qatnashuvchi e sonining qiymati $e=2,7183$ ga, π sonining qiymati $\pi=3,1415$ ga teng deb olinishi kerak, aksincha, bizga o‘ndan bir aniqlik kerak bo‘lsa $e=2,7$ $\pi=3,1$ ga teng deb olinishi kerak.

2) Kattalikning son qiymatini yozishda qiymatli va qiymatli bo‘lmagan raqamlarga e‘tibor berish kerak. Sonlar qatorida 1 dan 9 gacha bo‘lgan raqamlar, sonlar orasida kelgan 0 ham qiymatli raqam hisoblanadi, ammo o‘nli kasrlarda nollar raqamdan chap tomonda tursa, qiymatli raqam bo‘lmaydi. Masalan, 0,000105 sonida 1 raqami oldidagi nollar qiymatli bo‘lmaydi, 1 va 5 raqamlari orasidagi nollar qiymatlidir. Xuddi shuningdek, 15,5,15,50 va 15, 500 sonlari teng kuchli hisoblanmaydi. Chunki ulardan birinchisi o‘ndan bir, ikkinchisi yuzdan bir, uchinchi mingdan bir aniqlikda o‘lchanganligi uchun ikkinchi va uchinchi natijadagi nollar ham qiymatli bo‘lib, ularni tashlab yozish mumkin emas.

Taqribiy hisoblash qoidalari. Biror kattalikni taqribiy hisoblashda quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak.

1) Bir necha sonni qo‘shish (yoki ayirish)da yig‘indi (yoki ayirma)ning kasr qismi qo‘shiluvchi (yoki ayriluvchi) ning qiymatli qismidan bitta kam qilib yoziladi:

$$3,25 + 0,055 + 0,15 = 3,455 \approx 3,45$$

$$2,37 - 1,175 = 1,195 \approx 1,19$$

2) Taqribiy sonlarni ko‘paytirish (yoki bo‘lish) da ko‘paytuvchilar (yoki bo‘linuvchi va bo‘luvchi) da nechta raqam qiymatli bo‘lsa, ko‘paytma (yoki bo‘linma)da ham shuncha qiymatli raqam qoldiriladi:

$$6,231 \cdot 5,52 = 6,2 \cdot 5,5 = 46,41 \approx 4,4$$

$$6,252 : 1,25 = 6,25 : 1,25 = 5,0$$

3) Biror sonni darajaga ko'tarishda, ushbu sonda nechta qiymatli raqam bo'lsa, natijada ham shuncha qiymatli raqam saqlanadi:

$$(1,25)^2 = 1,5625 \approx 1,56$$

Bu koidani ildiz chiqarishda ham qo'llash mumkin:

$$\sqrt{1,72} = 1,313 \approx 1,31$$

4) Sonlar logarifmini jadvaldan aniqlangan natijadagi qiymatli raqamlar soni logarifmlanayotgan sondagi haqiqiy raqamlar soniga teng qilib olinadi (bu erda raqamdan keyin kelgan nolni hisobga olmaymiz):

$$\lg 45,8 = 1,661$$

$$\lg 67,54 = 3,8302$$

O'lchashlar natijasini jadval va grafik yordamida ifodalash.

Eksperiment natijalarini jadval, grafik va empirik formulalar ko'rinishida berish olingan ma'lumotni analiz qilish va fizikaviy kattaliklar orasidagi qonuniyatlar va turli bog'lanishlarni aniqlashda ancha qulaylik yaratadi.

Ma'lumki, har qanday o'lchashda eng kamida ikkita kattalik qatnashadi. Ulardan birini x o'zgaruvchi, ikkinchisini x ga bog'liq bo'lgan y o'zgaruvchi desak, ularning funktsional bog'lanishi $y=f(x)$ ko'rinishda beriladi. Umumiy holda x -argument, y esa funktsiya deyiladi. x va y lar qiymatlari asosida jadval tuzishda quyidagi talablar qo'yiladi.

- 1) O'lchash natijalariga oid jadvallar bir nechta nomerlanishi shart.
- 2) Argument va funktsiya bitta qatorga joylashtirilib, ularning nomlari va o'lchov birliklari ham keltirilishi kerak.
- 3) x va y ning qiymatlari vertikal ustun bo'ylab kamayib borish tartibida yozilib, butun qism, vergul va ulushlar bitta vertikal bo'ylab joylanishi kerak.

Jadvaldan foydalanib, argument va funktsiya qiymatlarini matematik hisoblash yoki grafik usulda aniqlashning ikkita metodi mavjud.

a) Interpolyatsiya metodi. Bu y funktsiyaning jadvalga tushmagan oraliq qiymatini x argumentning unga mos qiymati orqali hisoblab topish demakdir, ya'ni

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) \quad (18)$$

Masalan, bizga tovushning benzolda tarqalish tezligining 17°C temperaturadagi qiymati kerak bo'lsa, (18) formula asosida jadvaldagi V tovush tarqalish tezligining 10 va 20°C dagi qiymatlaridan foydalanib, V_{17} ni topamiz. (Bu erda funksiya tovushning tarqalish tezligi, o'zgaruvchan argument temperatura. Umuman olganda, o'zgaruvchi sifatida temperatura vaqt bosim, chastota, konsentratsiya va h.klar qabul qilinadi).

Demak, interpolyatsiya deganda jadvalda keltirilgan kattalikning ikkita ketma-ket qiymati oralig'idagi qiymatni topish tushuniladi.

b) Ekstrapolyatsiya metodi. Har qanday eksperiment natijasi x uzgaruvchi qiymatining ma'lum intervalida yotishi mumkin. Lekin ayrim hollarda x ning tajribada topilgan qiymatlari intervalidan tashqaridagi qiymati asosida y ning unga mos qiymatini topish zarur bo'lib qoladi. y ning qiymatini topishning bunday usuli ekstrapolyatsiya deb yuritiladi. Bu usul ham interpolyatsiya kabi, argument va funktsiya qiymatlarini jadvaldan foydalanib hisoblashda hamda grafik yasashda qo'llaniladi.

O'lchashlar nitijasini grafik tasvirlashning jadval usulidan ustunligi shundaki, u kattaliklarni solishtirishni osonlashtiradi, funktsiyaning maksimum, minimum va uzilish nuqtalarini uning davriyligini aniqlash imkonini beradi.

Grafiklar yasashda bir qator asosiy qoidalarga amal qilish zarur.

1) Masshtab tanlanadi: a) o'zgaruvchi (argument)ning qiymati odatda absissa o'qiga, funktsiyaning qiymati esa ordinata o'qiga qo'yilishi kerak. Qaysi bir kattalikni o'zgaruvchi, qaysi bir kattalikni funktsiya qilib tanlash eksperiment sharoitidan kelib chiqadi,

b) masshtabni shunday tanlash kerakki, bunda grafikdagi har bir nuqtaning koordinatasi oson aniqlansin. Grafalarga bo'lingan millimetrli qog'ozda chizilgan koordinata setkasining har bir chizig'i ostida yoki to'g'risida albatta, yozuv bo'lishi kerak. Bu yozuvlarni yaxlitlagan holda keltirish lozim. Shuningddek, har bir koordinata o'qiga qo'yilgan kattalikning nomi (yoki shartli belgisi) va o'lchov birligi yozilishi shart,

v) agar grafik juda yoyilib ketadigan bo'lsa, uni logarifmik masshtabga o'tkazish kerak. Bunda koordinata sistemasining faqat bitta yoki har ikkala o'qi bo'yicha o'tkazsa bo'laveradi.

2) x va y koordinata o'qlari nol qiymatlarida kesishishi shart emas. Qulaylik uchun zarur vaqtda o'qlardan bittasini yoki har ikkalasini chizmaning istalgan nuqtasiga ko'chirish mumkin.

3) O'lchash natijalariga mos qiymatlar koordinata tekisligida belgilab chiqiladi.

4) Chizmadagi o'lchash natijalarini xarakterlovchi belgilar orqali bir tekis to'g'ri yoki egri chiziq o'tkaziladi. Bu chiziq iloji boricha belgilarga yaqinroq o'tishi kerak. Lekin ularning hammasiga tegib o'tishi shart emas. Ayniqsa, chiziqni o'lchash xatoligi katta bo'lgan eng birinchi va oxirgi o'lchashlarda olingan natijalarga oid belgilarga to'g'rilash yaramaydi. Chiziq uzluksiz bir tekis o'tkazilib, belgilar uning atrofida bir xil masofada joylashsa, grafik to'g'ri chizilgan bo'ladi.

O'lchashlarnig yozilish tartibi va bajarilgan laboratoriya ishi to'g'risida hisobot. Yuqorida aytib o'tganimizdek, o'lchanayotgan fizikaviy kattaliklar ikki va undan ortiq bo'lib, ulardan faqat bittasi funktsiya rolini, qolganlari esa argument vazifasini o'taydi. Xullas, ular orasidagi funktsional bog'lanish tenglik yoki tenglama ko'rinishida beriladi. Shu tenglikning chap tomonidagi kattalikning qiymati uning o'ng tomonidagi kattaliklar qiymatini hisoblash orqali quyidagi tartibda topiladi.

1. Tenglikning o'ng tomonida qatnashuvchi barcha kattaliklarning qiymatlari etarli darajada aniq o'lchanadi va uning chap tomonidagi kattalik (funktsiya)ning qiymati berilgan tenglik yordamida hisoblanadi.

2. O'lchash natijalarini ishlab chiqishda, ulardan avvalo eng ishonchlilari olinadi. Noaniqroq (gumonli) bo'lgan natijalar tashlab yuborilib, o'lchash qayta o'tkaziladi. Har bir o'lchash natijasining o'rta arifmetik qiymati, uni aniqlashdagi o'rtacha absolyut xatolik va nisbiy xatolikl topilib, natija quyidagicha yoziladi:

$$y = \bar{y} \pm \Delta y; \quad E_y = \frac{\Delta y}{\bar{y}} \cdot 100\%$$

Laboratoriya ishlarini bajarish jarayonidatalabaga qo‘yiladigan talablar:

1. Talaba navbatdagi praktik mashg‘ulotda qaysi nomerdagi laboratoriya ishini bajarishi lozimligini o‘qituvchi unga bir hafta oldin ma’lum qiladi. Bu yerda talabaning vazifasi belgilangan ishning nazariyasini o‘zlashtirish, tegishli jihozlar va ishni bajarish tartibi bilan tanishib kelishdan iborat.

2. Har bir talaba laboratoriya ishlari uchun maxsus hisobot daftari tutib, bu daftarda laboratoriya ishini qanday bajarganligi, olgan natijalari to‘g‘risidagi xisobotni tartibli qilib yozib borishi kerak.

3. O‘qituvchi talabaning ishning nazariyasini va ishni bajarish metodikasini o‘zlashtirganligiga ishonch hosil qilgach, unga ishni bajarishiga ruhsat beradi.

4. Talaba ishga kirishgach, o‘qituvchi uning jihozdan to‘g‘ri foydalanayotganligini, jihozlarning o‘rinli sozlanganligini, olinayotgan natijalarning ishonchliligini ishni bajarish jarayonida tekshirib boradi va talabaning ishni bajarganligi to‘g‘risida uning daftariga va laboratoriya jurnaliga belgilab qo‘yadi.

5. Laboratoriya ishining bajarilishi va olingan natijalar xisoboti o‘qituvchiga grafik bo‘yicha topshirib boriladi. Bu haqda o‘qituvchi tomonidan talaba daftariga va laboratoriya jurnaliga qayd qilinadi.

6. Agar talaba biror sababga ko‘ra bitta yoki ikkita ishni bajara olmasa, qolib ketgan ishni darsdan tashqari vaqtda laboratoriya mudirining nazoratligida bajarilishi va o‘qituvchiga bu haqdagi xisobotni topshirishi shart. Talabaning o‘zboshimchalik bilan ish navbati grafigini buzishi qat’iy man etiladi.

7. Har bir talaba o‘quv semestri davomida laboratoriya mashg‘uloti bajarib topshirishi lozim. Shundan keyin o‘qituvchi talabaning reyting daftarchasiga qo‘yadi.

8. Laboratoriya darsi mashg‘ulotlarida aktiv va namunali qatnashgan, barcha ishlarning natijalarini ilmiy saviyada olishga muvaffaq bo‘lgan ayrim talabalar o‘qituvchi tavsiyasiga ko‘ra, kafedraning qaroriga binoan reyting topshirishdan ozod qilinadi.

9. Laboratoriyadagi asbob-uskunalarga va boshqa o‘quv jihozlariga sovuqqonlik bilan qarash natijasida ularni ishdan chiqargan talaba kafedra va dekanat tomonidan moddiy va ma’naviy jazolanadi.

10. Laboratoriya mashg'ulotlar olib borilayotgan vaqtda gruppadagi boshqa talabalarning ishdan e'tiborini chalg'itmaslik, ularning o'lchashlariga halaqit bermaslik zarur.

Talabaga ayrim maslahat va ko'rsatmalar:

Inson salomatligida ozodalik qanchalik muhim bo'lsa, laboratoriya ishidagi muvaffaqiyat uchun ham qo'llanilayotgan asbob va jihozlarning, qurilmalarning toza va tartibli tutilishi shunchalik zarurdir. Shuning uchun ularni doimo ehtiyot qiling va ozoda tuting.

Ishni bajarib bo'lgach, ish stolingizni tartibga keltirib qo'ying. Har bir laboratoriya ishini bajarishdan katta qunt talab qiladi. Agar ish natijasini to'g'ri aniqlay olmasangiz ularni soxta yo'l bilan to'g'rilamang. Yaxshisi rahbaringizga murojaat qiling, balki siz biror narsani hisobga olmayotgan yoki asbobni yaxshi sozlamagan bo'lishingiz mumkin.

Extiyotkorlik-xavfsizlik garovidir. Turli xil og'ir moslamalar (ballistik mayatniq, ag'darma mayatnik, Yung modulini egilishdan topish qurilmasi va h.k.) yaqinida ishlashda, turli xil shisha qurilmalardan (qovushqoq koeffitsientini Stoks va Puazeyl) foydalanishda, elektr toki bilan muomala qilishda, optikaviy sistemalarni va asboblarni o'rganishda diqqatli va e'tiborli bo'ling.

Zaharli ximiyaviy moddalardan foydalanilganda juda ehtiyot bo'ling. Ayniqsa, simob bug'i organizm uchun havflidir. Shuning uchun termometrlarning sinishiga, manometrlardan simob to'kilishiga aslo yo'l qo'ymaslik kerak. Ishning muvaffaqiyati sizga ahamiyatsizdek tuyulgan mayda sabablarga bog'liq bo'lishi mumkin. Shuningdek, tajriba davomida kutilmagan biror effekt ro'y berib qolishi mumkin. Ularni sezib olish sizdan o'ta sinchkovlik va sezgirlikni talab qiladi. Shuning uchun ish bajarish davomida kuzatuvchan bo'ling.

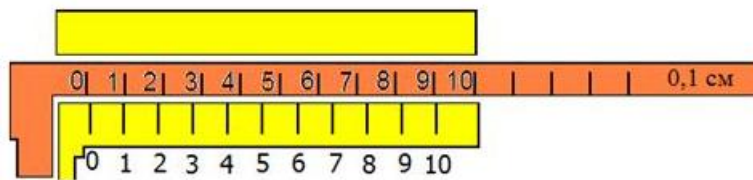
Mashg'ulot o'tkazish davomida reaktivlarni (efir, atseton, va etil spirt), turli xil materiallarni, bidistillatni, gazni va elektr energiyasini tejamkorlik bilan sarflang. O'z vaqtini to'g'ri va unumli taqsimlash eksperimentatorning eng muhim vazifasi bo'lmog'i kerak.

II BOB. FIZIKAVIY LABORATORIYA ISHLARI

1-§. Laboratoriya ishi № 1. Turli shakldagi detallarning o'lchamlarini aniqlash

Nazariy ma'lumotlar. Fizikaviy hodisalarni, jarayonlarni, fizikaviy qonunlarni o'lchamasdan turib o'rganishni tasavvur qilish qiyin. Hattoki, o'lchov asboblarisiz hozirgi zamon fan va texnika taraqqiyotini ko'zoldimizga keltirishimiz qiyin. O'lchash bu tajribaning asosini tashkil etadi, tajriba esa bilishning usulidir. Har qanday fizik kattalik haqiqiy qiymatga egadir. Bu qiymatning miqdoriy va sifatiy kattaligi ob'ektning mutloq xususiyatlarini ifoda etadi. Lekin fizik kattaliklarning haqiqiy qiymatini fizikaviy tajribada aniqlab bo'lmaydi. Ammo ma'lum darajada aniqlik bilan fizikaviy kattaliklarni o'lchash mumkin. Bu tajribadan olingan fizikaviy kattaliklarni ushbu aniq maqsadlarda haqiqiy fizikaviy kattaliklar o'rnida ishlatilishi mumkin. Ko'pincha haqiqiy fizikaviy kattaliklar o'rniga bu kattaliklarni o'lchangan qiymatning o'rtachasi olinadi. Fizikaviy kattaliklarni o'lchash uchun o'lchov asboblari zarurdir. Bunday o'lchov asboblari oddiy masshtab chizg'ichi, shtangensirkul, mikrometr, mikroskop, sferometr va hokazolar kiradi.

Jismlarning chiziqli o'lchamlarini aniqlash uchun odatda chiziqli o'lchov asboblari foydalaniladi. Ularning asossiy qismlari ma'lum masshtabda darajalangan A – masshtab chizig'i va C - nonius chizig'idan iborat (1-rasm). Nonius bu o'lchashning aniqlik darajasini 10-20 marta orttirish imkonini beradigan asbobning qismidir. Shuning uchun noniuslarni o'rganishdan boshlaymiz.



1-rasm. Nonius

Faraz qilaylik A va C chizg'ich bir-biriga jips joylashtirilgan bo'lsin (1-rasm). Agar C nonius chizg'ichining bir bo'limining uzunligi a , A masshtab chizg'ichining bir bo'limimning uzunligi b desak, u vaqtda masshtab chizg'ichi bilan nonius chizig'i bo'limlari orasida quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$ma = (m-1)b \quad (1)$$

ya'ni, nonius chizg'ichidagi m ta bo'limining umumiy uzunligi masshtab chizg'ichidagi eng kichik bo'limlarning $(m-1)$ tasining umumiy uzunligiga teng bo'ladi. Bu yerda (1) formuladan $b-a = \frac{b}{m}$ olingan kattalik noniusning aniqligi deyiladi, ya'ni noniusning aniqligi m masshtab chizg'ichi bir bo'limining nonius chizg'ichi bo'limlari soniga nisbatiga tengdir. Ko'pincha $b=1mm$, $m=10$ bo'lsa nonius aniqligi $\frac{b}{m} = 0.1$ bo'ladi.

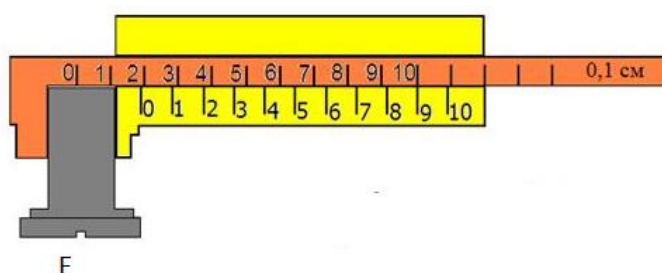
Endi nonius yordamida biror E – jismning uzunligini o'lchab ko'raylik. Buning uchun E jismning bir uchini A chizg'ichning noliga maslaymiz, ikkinchi o'qini esa C noniusning nol chizig'iga to'g'ri keltiriladi (2-rasm). U vaqtda izlanayotgan E jismning uzunligi (2-rasm) quyidagicha topiladi.

$$L = kb + \Delta L \quad (2)$$

Bu yerda k - o'lchanayotgan uzunlik oralig'iga to'g'ri kelgan A masshtab chizg'ichining bo'limlari soni, ΔL mm ulishini tashkil qiladigan uzunlikdir, u quyidagicha topiladi:

$$\Delta L = nb - na = n(b - a) = n \frac{b}{m} \quad (3)$$

Bu yerda n - masshtab chizg'ichining ixtiyoriy bo'limiga mos keluvchi nonius bo'limidir.



2-rasm. E – jismning uzunligini nonius o'lchash

(2) va (3) formulalardan formulalardan izlanayotgan uzunlikni topamiz:

$$L = kb + n \cdot \frac{b}{m} = b(k + \frac{n}{m}) \quad (4)$$

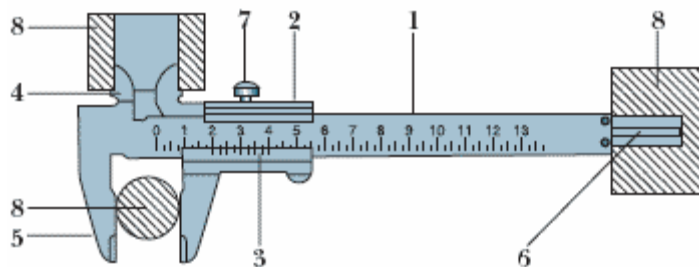
Agar $b=1mm$, $m=10$ bo'lsa (nonius bo'limlari soni) izlanayotgan uzunlik quyidagicha bo'ladi.

$$L = (k + \frac{n}{10}) \cdot 1mm \quad (5)$$

Shunday qilib, o'lchanayotgan jismning uzunligi, shu uzunlik oralig'iga to'g'ri kelgan masshtab chizig'ichidagi butun son K (mm

hisobida) bilan masshtab chizg'ichining ixtiyoriy bir qiymatiga mos keladigan nonius bo'limi n ning $1/10$ qismiga qo'shilganiga teng.

Shtangentsirkul. Noniusli chiziqli o'lchov asboblari biri shtangentsirkuldir. (3-rasm) Shtangentsirkul 25-30 sm uzunlikdagi jismlarning uzunligi 0,1 dan 0,5 mm gacha aniqlikda o'lchashga imkon beradi. U qo'zg'aluvchan qismidagi nonius shkalaning mahkamlovchi A vintdan, qo'zg'aluvchan qismini siljitadigan B mikrometrik vint hamda shu vint bilan tutashtirilgan C mahkamlovchi vint ramkadan iborat. Biror jismning uzunligi o'lchash uchun bu jismni shtangentsirkulning va jag'lari orasiga jismni ular siqib qo'ymaydigan qilib ohista joylashtiriladi. So'ngra vint mahkamlanadi va mikrometrik vintni erkin burab borish bilan qo'zg'aluvchan jag'ning jism sirtiga me'yorida tegishiga erishiladi, so'ngra vint mahkamlanadi. Nihoyat, shtangentsirkulning asosiy shkalasidan noniusning nolinci chizig'iga qadar bo'lgan butun bo'limlar, noniusdan esa butunning ulushlari olinadi.



3-rasm. Shtangentsirkul: 1-shtanga, 2-polzun, 3-nonius, 4-yuqori gubka, 5-pastki gubka, 6-glubinomer, 7-mahkamlovchi vint, 8-detel (o'lchanayotgan)

Mikrometr. Doiraviy noniusli chiziqli o'lchov asboblari biri mikrometr bo'lib, uning tuzilishi 4-rasmda berilgan. U 25-30 sm dan katta bo'lmagan jismlarning chiziqli o'lchamlarini 0,01 mm gacha aniqlikda o'lchashga imkon beradi.



4-rasm. Mikrometr

Mikrometr qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlardan iborat.

Mikrometrilar mikrometrik vint qadamiga qarab, ikki hil (0,5 mm qadamli va 1mm qadamli) bo‘ladi. Mikrometr ishga sozlangan bo‘lsa, a sterjen b tayanchga me‘yorida tegib turadi. Shu bilan birga asosiy shkalaning nolinchi chizig‘i E gilza qirrasi bilan, noniusning nolinchi chizig‘i esa asosiy shkala ustidagi o‘q chiziq bilan ustma-ust tushishi kerak. Mikrometr yordamida jismning o‘lchamini o‘lchash uchun u gilzadan ushlab, b tayanch va a sterjenning uchi jism sirtiga me‘yorida borguncha buraladi. Shunga e‘tibor berish kerakki, a ning uchi jism sirtiga me‘yorida tegishi bilan Γ moslama o‘ziga xos tovush chiqaradi, shundan keyin uni buramaslik kerak. Γ moslamaning ishlashi a vintni aylatiruvchi Γ dasta bilan shu vint orasida hosil bo‘ladigan ishqalanishga asoslangan. Agar foydalaniyotgan mikrometrning qadami umumiy holda d mm, noniuslar shkalasidagi bo‘limlar soni n ta va nonius o‘q chiziqqa nisbatan bir bo‘limga buralgan bo‘lsa, u holda a sterjen b ga nisbatan d/n mmga o‘ngga yoki chapga suriladi.

1.2. Mashq-1. Masshtab chizg‘ichidan foydalanish

Ishning maqsadi. Uzunligi 5 sm dan katta bo‘lgan jismlarni va to‘g‘ri to‘rtburchakli jismlarni uzunligini, enini, balandligini o‘lchash.

Kerakli asbob va materiallar. Uzunligi 20-40 sm li masshtab chizg‘ichi, uzunligi 5sm dan katta bo‘lgan bir necha buyumlar va har xil o‘lchamli to‘g‘ri to‘rtburchakli jismlar.

Metodning nazariyasi va qurilma tuzilishi. Hozirgi vaqtda uzunligi 20,30,40,80 sm bo‘lgan masshtab chizg‘ichlari amalda ko‘p ishlatiladi. Undan tashqari amalda uch burchakli chizg‘ichlar ham ishlatiladi. Chizg‘ich 1mm dan qilib bo‘limlarga bo‘lib chiqilgan bo‘ladi. Bunda paralleksda xato kichik bo‘ladi. Ishni bajarishdan oldin masshtab chizg‘ichi bo‘limlarining to‘g‘riligiga ishonch hosil qilish uchun uni tekshirib ko‘rish mumkin. Buning uchun bir varaq oq qog‘oz olib, uni o‘tkir qilib ochilgan qattiq qalam bilan bir-biridan 10-15sm masofada ikki nuqta belgilanadi. Bu nuqtalar orasidagi masofa masshtab chizg‘ichi bilan bir necha marta o‘lchanadi. Bunda qog‘ozdagi chap tomondagi nuqtaga chizg‘ichning 1,2,3,4, va hokazo bo‘limlari qo‘yiladi. Agar o‘lchash natijalari har doim bir xil chiqsa, u vaqtda chizg‘ichdagi bo‘limlar o‘zaro teng qilibolingan bo‘ladi.

Ishning borishi:

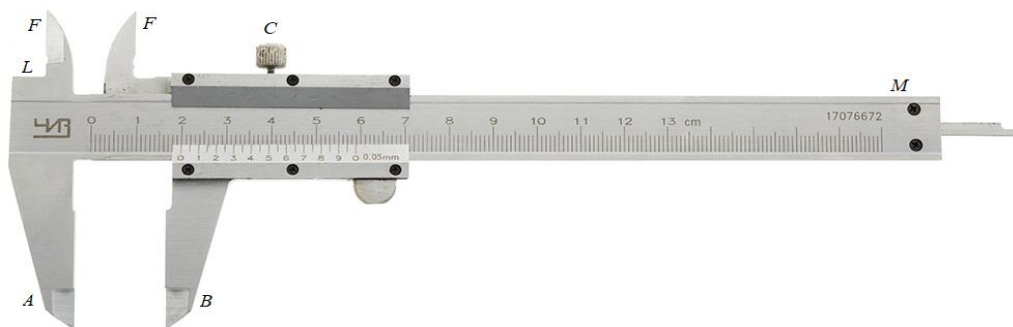
1. Uzunligi 5 sm dan 20 sm gacha keladigan buyumlar va har xil to'rtburchakli jismlar hamda uzunligi 40 sm li masshtab chizg'ichini tayyorlab qo'yning.
2. Chizg'ichni o'lchanayotgan buyumga shunday qo'yinki, bunda chizg'ichdagi "nol" yoki 1,2 va hokazo raqamlar o'lchanayotgan uzunlining boshlanishiga to'g'ri kelsin. Olingan natijalarni daftarga qayd etib qo'yning.
3. Tajriba bir necha marotaba takrorlanib, o'lchash natijalarining to'g'riligiga ishonch hosil qiling.

1.3. Mashq-2. Shtangensirkul yordamida turli shaklidagi detallarning hajm va zichligini aniqlash

Ishning maqsadi. Shtangensirkul yordamida turli shaklidagi detallarning hajm va zichligini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar. Shtangensirkul, namunalar (shar va nay shakldagi detallar), texnik tarozi, tarozi toshlari.

Metodning nazariyasi va qurilma tuzilishi. Shtangensirkul-jismlarning chiziqli o'lchami, uzunligi, eni, qalinligi, chuqurligi, ichki va tashqi diametrlarini 0.1mm aniqlikda o'lchovchi asbobdir.



5-rasm. Shtangensirkul

Shtangensirkul (5-rasm) millimetrlarga bo'lingan *LM* masshtabdan iborat bo'lib, unga perpendikulyar ravishda qo'zg'almas *A* va masshtab bo'ylab harakatlana oladigan *B* tishlar o'rnatilgan. *B* tishda uni biror vaziyatga keltirib mahkamlab qo'yadigan *C* vint bor. *B* tishga nonius chizilgan. *A* va *B* tishlar bir-biriga tig'iz tegib turganda, noniusning noli masshtab noliga to'g'ri kelib turadi. Jismlarning ichki o'lchamlari ikkala tishlarning *FF* qismlari bilan o'lchanadi.

Biror *M*- jismning hajmini toppish uchun uning geometrik o'lchamlarini ya'ni uzunligi, ichki va tashqi diametrlarini toppish zarur. Buning uchun jismni shtangensirkul oyoqchalari oralig'iga qo'yib,

sekin qisiladi va nonius chizg'ichiga E vint bilan maxkamlanadi. Shundan so'ng jismning chiziqli o'lchami (5) formula yordamida topiladi.

Sharning hajm quyidagi formula orqali topiladi:

$$V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \quad (6)$$

Bunda d - shar diametri.

Nayning hajmi esa quyidagi formula bilan topiladi:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} \quad (7)$$

Bunda d - nay diametri, h – nay balandligi.

Shar va nay moddasining zichligini aniqlash uchun esa moddalarni massasini tarozida 0.1g aniqlikda tortib, uning massasi aniqlanadi, hajmni (6) va (7) formulalar orqali bilgan holda, ularning zichligi quyidagi formula bilan hisoblanib topiladi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (8)$$

Ishning borishi:

1. Hajmni topish

- 1.1 Shtangensirkul yordamida sharning diametrini o'lchab olinadi va (6) formula orqali uning hajmi topiladi.
- 1.2 Shtangensirkul yordamida nayning balandligi va o'lchab olinadi va (7) formula orqali uning hajmi topiladi.
- 1.3 Bu tajribalar kamida 3 marta takrorlanib, natijalarning o'rtacha qiymati, tajribaning mutloq va nisbiy xatoliklari hisoblanadi.

2. Zichlikni topish

- 2.1 Shar va nayning massalari alohida-alohida tortib olinadi.
- 2.2 Shar va nayning hajm yuqoridagi o'lchash natijalaridan olinadi.
- 2.3 (8) formula yordamida sharning hamda nayning zichligi topiladi.
- 2.4 Bu tajriba ham bir necha marta takrorlanib natijalarning o'rtacha qiymati, tajribaning mutloq va nisbiy xatoliklari hisoblanadi.

Olingan o'rtacha natijalar orqali quyidagi jadvalni to'ldiring:

Buyum nomi	Massasi, m (gramm)	Balandligi, h (sm)	Diametri, d (sm)	Hajmi, V (sm ³)	Zichligi, ρ (g/ sm ³)
Shar					
Nay					

1.4. Mashq-3. Mikrometr yordamida plastinka qalinligini o'lchash

Ishning maqsadi. Mikrometr yordamida plastinka qalinligini o'lchash.

Kerakli asbob va materiallar. Mikrometr, har xil metal plastinkalar.

Metodning nazariyasi va qurilma tuzilishi. Mikrometrli muruvat V millimetrning yuzdan bir ulushigacha aniqlikni ta'minlovchi o'lchashlarda ishlatiladi. Mikrometr 2ta asosiy qism mikrometrli muruvat B va S dastadan iborat (4-rasm). Keng tarqalgan mikrometrlarda dastali chizg'ich shkalasi bo'limining qiymati

$b=0,5$ mm ga teng. Mikrometrli muruvat 1 mm ga siljishi uchun S baraban atrofida 2 marta aylanishi kerak. Demak, muruvvat qadami 0,5 mm ga teng. Bunday mikrometr dastasi S da 50 bo'limli shkala bo'ladi. Muruvat qadami $b=0,5$ mm va barabandagi bo'limlar soni $m=50$ bo'lganda, mikrometr aniqligi quyidagacha bo'ladi:

$$\frac{b}{m} = \frac{0,5}{50} = \frac{1}{100} mm$$

Mikrometr bilan o'lchash uchun buyum tayanch E va muruvat A orasiga qo'yilib, A sterjen M buragich yordamida, buyum siqilgunicha buraladi. O'lchanadigan kattalik quyidagi formula yordamida topiladi.

$$L = kb + n \frac{b}{m} \quad (9)$$

Bu yerda k - shkalaning eng kichik bo'linmalari soni, b - shkala eng kichik bo'linmasining qiymati, m - barabandagi bor bo'linmalar soni, n -S dasta o'qidagi shkala bo'linmasi bilan mos keluvchi, baraban shkalasidagi bo'linma soni.

Mazkur ishda 0,5 mm, $m=50$ va (9) formula quyidagi ko'rinishni oladi

$$L = (0,5k + \frac{n}{100})mm \quad (10)$$

4-rasmda ko'rsatilgan hol uchun:

$$L = (0,5 * 7 + \frac{12}{100})mm = (3,5 + 0,12)mm = 3,62mm$$

Mikrometr yordamida metall plastinkaning qalinligini o'lchash quydagicha amalga oshiriladi,

1. Metall plastinka mikrometrli muruvat A va tayanch E orasida siqiladi.

2. k va n larning qiymatlari aniqlanib (10)chi yordamida zarur kattaliklar hisoblanadi.
3. Plastina qalinligi h kamida besh marta har xil joylari uchun o'lchanadi.
4. O'lchamlarning absolyut va nisbiy xatolari hisoblanib, natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

N	k	n	L	$L_{o'r}$	ΔL	ε
1.						
2.						
3.						

Nazorat savollari

1. Nonius deb nimaga aytiladi?
2. Noniusning turlari va ularning ishlash prinsipini aytib bering.
3. Shtangentsirkul va mikrometrning tuzilishini va ishlash printsipini tushuntirib bering.

2-§. Laboratoriya ishi № 2. Turli moddalarning konsentratsiyasini aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: eritma konsentratsiyasini aniqlash konsentratsiyaning nimalarga bog'liqligi haqida ma'lumotga ega bo'lish.

Ish rejasi:

1. Moddalar konsentratsiyasi haqida tushunchaga ega bo'lish.
2. Ishdagi asboblardan tanishish.
3. Turli konsentratsiyali eritmalar tayyorlash.
4. Kartoshkadagi kraxmalni menzurka yordamida aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: elektron torozi, piknometr, distirlangan suv solingan idish, turli konsentratsiyali suyuqliklar solingan idishlar, kartoshka, menzurka, termometr.

Nazariy ma'lumotlar. Konsentratsiyasi berilgan eritmada moddani miqdorini ko'rsatadi. Eritmalar deb keng ma'noda, tashqi ko'rinish va ichki tuzilish jihatidan ikki yoki undan ortiq kimyoviy tabiati turlicha moddalardan tashkil topgan bir jinsli tizimlarga aytiladi.

Eritmalar fanda, texnikada va hayotda katta ahamiyatga ega. Kimyoviy reaksiyalar eritmalarda intensivroq boradi. Eritmalar qator ishlab chiqarish sohalarida katta rol o'ynaydi: o'g'itlar, o'simlik

zararkunandalariga qarshi kurash vositalari, portlovchi moddalar, ko'pchilik dorilar, qog'oz, charm va turli mahsulotlar ishlab chiqarilishi eritmalar bilan bog'liq. Hamma asosiy fiziologik suyuqliklar (qon, linfa, sekretlar, leykositlar, eritrositlar va hokazolar) eritmalaridan iboratdir. Odam va hayvonlarda ovqatni hazm qilish jarayoni ozuqa moddalarni eritmalarga o'tkazishdan iboratdir. O'simliklar yer qatlamidan ozuqa moddalarni faqat eritma holatida qabul qiladi. Eritmalarning konsentratsiyasi odatda eritma og'irligining 100 qismida erigan modda og'irligi miqdorini ko'rsatadi. Eritmada erigan modda konsentratsiyasiga bog'liq holda eritma zichligi o'zgaradi. Zichlik hajm bir birlik qilib olingan eritmaning massasiga son jihatdan teng bo'lgan kattalikdir. Eritma zichligi SI sistemasida kg/m^3 , SGS da g/sm^3 larda o'lchanadi. Eritma zichligini bilgan holda uning konsentratsiyasini aniqlash uchun jadval yoki grafikdan foydalanadi.

2.1. Mashq-1. Eritma konsentratsiyasini piknometr yordamida aniqlash

Piknometr aniq hajmli idish. Piknometr hajmini bilgan holda, uning ichidagi suyuqlik massasini o'lchab, suyuqlik zichligini aniqlash

mumkin:
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Piknometr hajmi temperaturaga bog'liq holda o'zgarishi mumkin. Shuning uchun bu idishda tekshirilayotgan suyuqlik zichligi distirlangan suv zichligi orqali topiladi. Buning uchun piknometr avval suv bilan, so'ngra tekshirilayotgan suyuqlik bilan uning belgisiga qadar to'ldirilib, massasi o'lchanadi. Agar bo'sh piknometr massasi m , suyuqlik solingan piknometr massasi m_2 , suv solingan piknometr massasi m_1 bo'lsa, piknometrdagi suyuqlik massasi $m_2 - m$, suvning massasi $m_1 - m$ bo'ladi. Piknometrga solingan suv va suyuqlik hajmlari bir xil bo'lgani uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{m_1 - m}{\rho_1} = \frac{m_2 - m}{\rho_2} \quad (2)$$

bunda ρ_1 suvning tajriba paytdagi temperatura uchun olingan zichligi (jadvaldan olinadi), ρ_2 suyuqlik zichligidan suyuqlik zichligi uchun

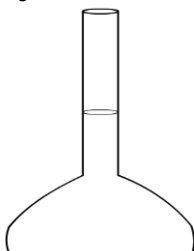
quyidagi formulani keltirib chiqaramiz :

$$\rho_2 = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \cdot \rho_1$$

Ishni bajarish tartibi

1. Bo'sh piknometr massasi m aniqlanadi. Piknometr toza va quruq bo'lishiga e'tibor bering.

Piknometr bo'ynidagi belgiga qadar distirlangan suv bilan to'ldirilib m_1 massasini o'lchang. Navbat bilan ma'lum konsentratsiyali eritmalar (5%, 10%, 15%, 20% va X% li mis kuporosi eritmaları) solingan piknometrning massasi m_2 aniqlanadi. Suvning temperaturasi o'lchanib, uning zichligi ρ_1 aniqlanadi. (3) formuladan turli konsentratsiyali eritmalarining zichligi hisoblanadi. O'lchash va hisoblash natijalari 1-jadvalga yoziladi.



1 – jadval

T/r	m	m_1	t	ρ_1	Konsentratsiya									
					5%		10%		15%		20%		X%	
					m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2
1														
2														
3														

Absstissa o'qiga konsentratsiyalarni, ordinata o'qiga eritmalarining zichliklarini qo'yib, zichlikning konsentratsiyaga bog'lanish grafigi chiziladi.

Grafik yordamida ma'lum zichlikka qarab suyuqlikning noma'lum konsentratsiyasi aniqlanadi.

2.2. Mashq-2. Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasini aniqlash

Kartoshka xalq xo'jaligida oziq-ovqat maxsuloti va xom - ashyo sifatida katta ahamiyatga ega. Kartoshkaning u yoki bu maqsadlarda ishlatilishi undagi kraxmal konsentratsiyasidan bog'liq. Kraxmal konsentratsiyasini aniqlash uchun oldin uning zichligi aniqlanadi va so'ngra 2-jadvaldan konsentratsiya topiladi.

2 – jadval

Zichlik	1,08	1,09	1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16
% Kraxmal	13,9	16	18,2	20,3	22,3	24,3	26,7	28,9	29,2
1									
2									
3									

Ishni bajarish tartibi

1. Kartoshka menzurkaga sig‘adigan qilib bo‘laklarga bo‘linadi.
2. Kartoshkaning har bir bo‘lagining massasi tarozida tortilib aniqlanadi.
3. Menzurka yordamida kartoshka hajmi aniqlanadi. Buning uchun menzurkagabiroz suv solinadi va suvning sathi belgilanadi. So‘ng kartoshka bo‘lakchasi menzurkaga solinadi. Suvning kartoshka solinganda ko‘tarilgan balandligi kartoshka bo‘lagining hajmiga tengdir.
4. O‘lchash va hisoblash natijalari 3- jadvalga yoziladi.

3 – jadval

T/r	Kartoshka massasi (m)	Hajmi (V)	Zichligi (ρ)	Kraxmal konsentratsiyasi (n)
1.				
2.				
3.				

Sinov savollari

1. Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi ?
2. Eritma konsentratsiyasi va zichligi orasida qanday bog‘lanish bor ?
3. Eritmaning konsentratsiyasi piknometr yordamida qanday aniqlanadi?
4. Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasi qanday aniqlanadi ?
5. Eritmalarning qishloq xo‘jaligida qanday ahamiyati bor ?
6. Kraxmal xalq xo‘jaligining qaysi sohalarida ishlatiladi ?

3-§. laboratoriya ishi № 3. Matematik mayatnik yordamida yerning erkin tushish tezlanishni aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishni aniqlash orqali talabalarga erkin tushishi qayerlarda bo'lishini tushuntirib berish.

Kerakli asbob va jihozlar: Matematik mayatnik, sekundomer.

Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishni aniqlash tartibi:

1. Taxtadagi belgilar yordamida mayatnikning uzunligini o'lchab oling.

2. Matematik mayatnik muvazanat holatidan 10-15 burchakka og'diriladi bir qo'lda mayatnikni ikkinchi qo'lda sekundomer ushlab turilib, ikkalasi bir vaqta xarakatga keltiriladi. 30-40 to'liq tebranishlarni sanab, ketgan vaqtni sekundlarda aniqlab olinadi. Shu vaqt ichida N Ta tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish davri $T_0 = \frac{t}{n}$ quyidagi formuladan aniqlanadi.

3. Mayatnik ipi o'ralgan g'altak aylantirilib, uning dastlabki holatiga 10 sm.qo'shiladi. Shundan keyin xuddi yuqoridagidek tebranishlar soni N va t ga ketgan vaqt o'lchanadi va uzunlikdagi myatnikning Tebranish davri $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$ formuladan topiladi. Tajriba kamida 3-4 marta takrorlanadi. Mayanik uchun quyidagi qiymatlar tavsiya etiladi $l_1 = 60,80$ sm, $l_2 = 50, 70, 90$ sm.olingan natijalar 1-jadvalga yoziladi va tegishli hisoblashlar o'tkaziladi.

Nazariy ma'lumotlar. Ma'lum bir fizik kattalik X ning vaqt birligida

$$X = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \quad (1)$$

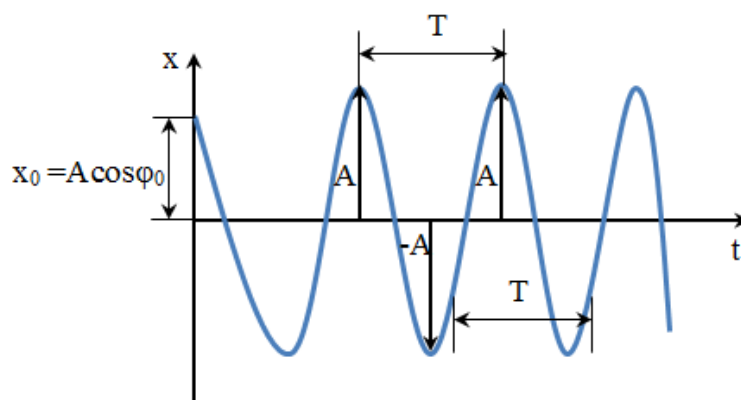
qonun bo'yicha o'zgarish jarayoniga shu kattalikning **garmonik tebranishi** deyiladi. Bu formuladagi A - tebranishlar amplitudasi, T -tebranish davri, $\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0$ tebranish fazasi, φ_0 boshlang'ich faza.

Tebranayotgan jismning muvozanat holatidan eng chetga ogi'shini xarakterlovchi kattalik A ga **amplituda** deyiladi. (1-rasm). Jismning bir to'liq tebranishi uchun ketgan vaqtga **tebranish davri** deyiladi.

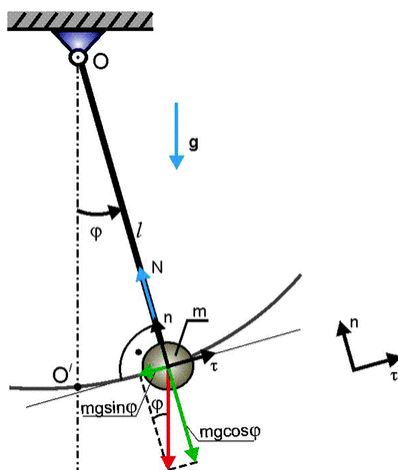
Haqiqatdan ham

$$X = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = A \sin\left[\frac{2\pi}{T}(t + T) + \varphi_0\right] \quad (2)$$

Bunda $t=T$ bo'lganda bir marta to'liq tebranish sodir bo'ladi. Chunki sinusning argumenti 4π ga tengdir. Bu vaqtda tebranish amplitudasi A X ning katta (maksimal) qiymati bo'ladi. Shuning uchun $t=0$ da φ_0 ga boshlang'ich faza deyiladi. $\frac{2\pi}{T} = \omega$ bo'lib, bu davriy (siklik) chastota deyiladi. Garmonik tebranishning chastotasi deb vaqt birligi ichidagi tebranishlar soniga aytiladi



1-rasm



2 – rasm

Bir tomoni berkitilgan yumshoq va cho'zilmaydigan ipga osilgan moddiy nuqtaga matematik mayatnik deyiladi.

Ma'lumki, matematik mayatnikning osilgan nuqtaga nisbatan inersiya momenti

$$I = m\ell^2 \quad (3)$$

formula bilan aniqlanadi. I - ning qiymatini fizik mayatnikning tebranish davri formulasiga (4)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}} \quad (4)$$

qo'yamiz , u holda (5)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m\ell^2}{mg\ell}} \quad (5)$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, matematik mayatnikning tebranish davri uning massasiga bog'liq emas. (5) formula faqatgina og'ish burchagi kichik bo'lgan matematik mayatnik tebranishi uchun qo'laniladi. Istalgan og'ish burchagi uchun (5) formula quyidagi ko'rinishga ega

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \varphi\right) \quad (6)$$

Hisoblash murakkab bo'lmasligi uchun tajribada og'ish burchagini 13^0 - 15^0 deb olinadi va (5) formuladan foydalaniladi.

Asbobning tuzilishi: Asbob uchta oyoqqa o'rnatilgan shkalali taxtadan iborat bo'lib, taxtaning yuqori qismida mayatnik ipini osish uchun gorizontal taxta maxkamlangan. Matematik mayatnikning uzunligi shu gorizontal taxtaga o'rnatilgan g'altak yordamida o'zgartiriladi va vertikal taxta shkalasi bilan o'lchanadi. Mayatnikning ma'lum bir uzunligi tanlangandan keyin g'altak gorizontal taxtaga mahkam o'rnatiladi. Agar mayatnikning 2 ta uzunligiga to'g'ri keluvchi davrlarini topmoqchi bo'lsak (5) formulaga binoan quyidagini yozish mumkin:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}} \quad (7)$$

Ikkinchi hol uchun

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}} \quad (8)$$

U holda erkin tushish tezlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g = \frac{4\pi^2(\ell_1 - \ell_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (9)$$

Demak, yer tortish kuchi tezlanishini topish uchun 2 xil uzunlikdagi matematik mayatnikning tebrtanish davrini (T_1 va T_2

) va ular uzunliklarining farqini ($\ell_1 - \ell_2$) bilish kifoya ekan.

Ishni bajarish tartibi

1. Taxtadagi belgilar yordamida mayatnikning uzunligini o'lchab oling.

Matematik mayatnik muvozanat holatidan $10^0 - 15^0$ burchakka og'diriladi, bir qo'lda mayatnikni ikkinchi qo'lda sekudomer ushlab turilib, ikkalasi bir vaqtda harakatga keltiriladi. 30-40 to'liq tebranishlarni sanab, ketgan t_1 - vaqtni sekundlarda aniqlab olinadi. Shu vaqt ichida n ta tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish davri

$$T_1 = \frac{t_1}{n_1} \quad (10)$$

formuladan aniqlanadi.

2. Mayatnik ipi o'ralgan g'altak aylantirilib, uning dastlabki holatiga 10 sm qo'shiladi. Shundan keyin xuddi yuqoridagidek tebranishlar soni n_2 va t_2 ga ketgan vaqt o'lchanadi va ℓ_2 uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri

$$T_2 = \frac{t_2}{n_2} \quad (11)$$

formuladan topiladi. Tajriba kamida 3-4 marta takrorlanadi. Mayatnik uchun quyidagi qiymatlar tavsiya etiladi $\ell_1 = 40, 60, 80$ sm, $\ell_2 = 50, 70, 90$ sm olingan natijalar 1-jadvalga yoziladi va tegishli hisoblashlar o'tkaziladi.

1-jadval

T/r	ℓ_1	t_1	N	T_1	ℓ_2	t_2	T_2	g	$g_{o'r}$	Δg	$\Delta g_{o'r}$	$\frac{\Delta g_{o'r}}{g_{o'r}} \cdot 100\%$
1												
2												
3												

Sinov savollari

1. Garmonik tebranishlar va uning tenglamasi.
2. Garmonik tebranishni xarakterlovchi asosiy fizik kattaliklar (amplituda, chastota, davr, faza)
3. Matematik mayatnikning asosiy tenglamasini yozing va tushuntiring.
4. Erkin va majburiy tebranishlar haqida tushuncha bering.
5. Matematik mayatnik harakatida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishini izohlab bering .

4-§. Laboratoriya ishi № 4. Prujinalarni ketma-ket va parallel ulab elastiklik kuchlarini o‘rganish

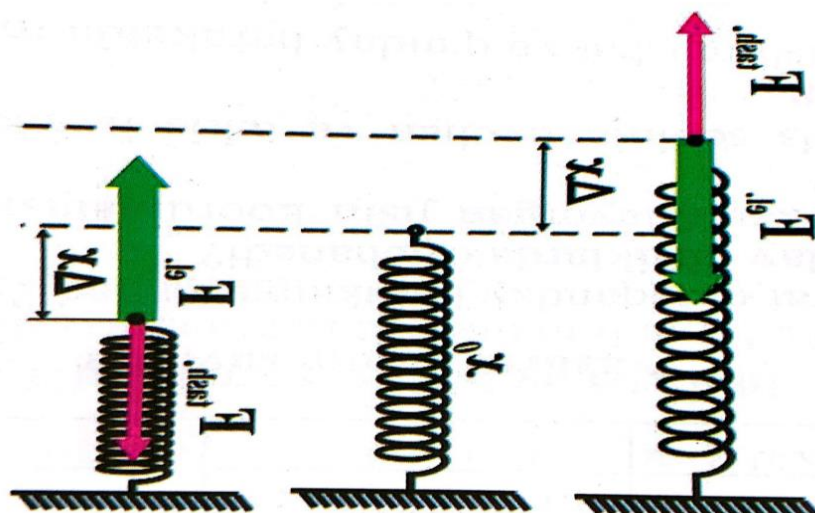
Ishning maqsadi. Prujinaga osilgan yukning muvozanat shartidan foydalanib, ketma-ket va parallel ulangan prujinalarning bikrligini aniqlash. Elastiklik kuchlari nazariyasi bilan yaqindan tanishish. Nazariya natijalari bilan tajriba natijalarini analiz qilish.

Kerakli asbob va materiallar. Bikrligi noma’lum prujinalar, massalari ma’lum tarozi toshlari. (mazkur ishda ikkita yoki 3 ta prujina kerak bo‘ladi)

Metodning nazariyasi va qurilma tuzilishi. Mexanika qonunlari elastiklik kuchlari bilan ham bog‘langan. Agar prujinaga R og‘irlikdagi yuk osilgan va u deformatsiyalanib, Δl ga chuzilgan. Cho‘zilgan prujinada yuzaga kelgan elastiklik kuchining absolyut kattaligi yukning R og‘irligiga teng ekanligidan elastik deformatsiya chegarasida

$$P = k\Delta l \quad (1)$$

Bunda $k = P / \Delta l$ Demak: $P, \Delta l$ ma’lum bo‘lsa, (1) dan prujinaning bikrlik koeffitsientini topish mumkin. (1-rasm).



1-rasm

Ikkinchi prujinaga R og'irlik kuchi ta'sir etadi. Ikkinchi prujina esa yukka elastiklik kuchi bilan ta'sir qiladi va u kuch R -og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Birinchi va ikkinchi prujina ulanish joylariga Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra

Demak: $P, \Delta l$ ma'lum bo'lsa, (1) dan prujinaning bikrlilik koeffitsientini topish mumkin. (1-rasm).

Ikkinchi prujinaga R og'irlik kuchi ta'sir etadi. Ikkinchi prujina esa yukka elastiklik kuchi bilan ta'sir qiladi va u kuch R -og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Birinchi va ikkinchi prujina ulanish joylariga Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra

$$F_{\text{я1}} = F = F_{\text{я1}} \quad (2)$$

kuch bilan tortadi. Ikkala prujina mos ravishda Δl_1 va Δl_2 ga uzayadi. Umumiy uzayishlar

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 \quad (3)$$

$$\Delta l = \frac{F_m}{k}, \quad \Delta l_1 = \frac{F_{\text{я1}}}{k_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{F_{\text{я2}}}{k_2} \quad (4)$$

kabi bo'ladi. Bu ifodalarni (3) ifodaga qo'ysak,

$$\frac{F_m}{k} = \frac{F_{\text{я1}}}{k_1} + \frac{F_{\text{я2}}}{k_2} \quad (5)$$

(2)ga asosan ketma-ket ulangan prujinalar bikrligi uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{ёку} \quad \frac{k_1 k_2}{k_2 + k_1} \quad (6)$$

Agar n ta prujina ketma-ket ulangan bo'lsa, (6) ifodani

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

ko'rinishda yozishimiz mumkin.

Agar $k_1 = k_2 = \dots = k_n$ ga teng bo'lsa, umumiy bikrlilik $n \cdot k$ ga teng buladi. Bikrlilik n marta, ya'ni prujinalar soni necha marta bo'lsa, shu qadar kamayadi, bikrlilik k_1 va k_2 bo'lgan ikkita prujinani parallel ulab, unga m massali yukni shunday ulab osamizki, ikkala prujinaning uzayishi ham bir xil bo'lsin (2-rasm).

Ularda hosil bo'lgan elastiklik kuchlari yig'indisi P og'irlik kuchiga teng bo'ladi.

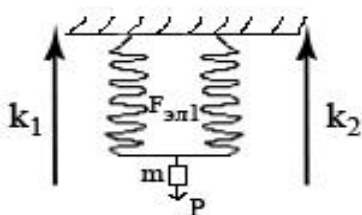
$$\begin{aligned} \Delta l &= \Delta l_1 = \Delta l_2 \\ F_{\text{эл1}} + F_{\text{эл2}} &= F_{\text{эл}} = P \end{aligned} \quad (7)$$

k_2 (7)ga asosan esa $k_1 + k_2 = k$ ifodani olamiz. n ta parallel ulangan prujina uchun umumlashtirib

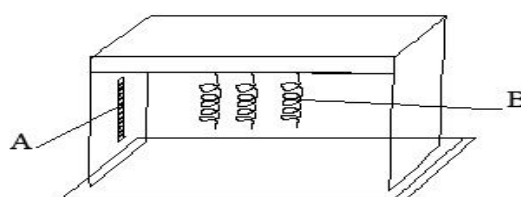
$$k = k_1 + k_2 + \dots + k_n = \sum k \quad (8)$$

kabi yozamiz. Agar

$k_1 = k_2 = \dots = k_n$ bo'lsa, $k = nk_n$ ga teng bo'ladi, ya'ni bikrlilik n marta ortadi.



2-rasm



3-rasm

Ishni bajarish tartibi:

Qurilma bilan tanishish.

1-nomerli prujina qurilmadagi B ilgakka osiladi. A shkaladan prujinaning boshlag'ich uzunligi belgilanadi.

Prujinaga P_1 yuk osiladi. Prujina yukning og'irligi ta'sirida cho'ziladi. A shkaladan, cho'zilgan prujinaning l uzunligi belgilanadi. Yuk ta'sirida prujinaning absolyut deformatsiyasi kattaligi $\Delta l = l - l_0$ ifodadan topiladi. So'ng (1) formuladan foydalanib, k bikrlilik

koeffitsientini hisoblanadi.

Qolgan P_1 va P_2 yuklarni navbatma–navbat prujinaga osib, yuqoriga qayd etilgan usulda yuklar ta'siridagi mos Δl_1 va Δl_2 cho'zilishlar topiladi. k kattaliklar hisoblanadi.

Olingan natijalar asosida muayyan prujinaning bikrlilik koeffitsientining o'rtacha qiymati hisoblanadi.

2-3 bandlarda bayon etilgan usulda qolgan prujinalarning ham bikrligi aniqlanadi.

Absolyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi. Bikrliliklari aniqlangan prujinalarni ketma-ket ulab, B ilgakka osiladi. A shkaladan prujinaning boshlag'ich l_0 uzunligi belgilanadi. 3-4 bandlarda bayon etilgan usulda, ketma-ket ulangan ikki prujinaning umumiy k bikrligi hisoblanadi.

Tajriba bir necha bor takrorlanib, k ning o'rtacha qiymati, absolyut va nisbiy hatoliklari hisoblanadi.

Prujinalarni parallel ulab, qurilmadagi, B ilgakka osiladi, A shkaladan prujinaning boshlang'ich l_0 uzunligi belgilanadi. 3-6 bandlarda bayon etilgan usulda parallel ulangan ikki prujinaning umumiy bikrligi hisoblanadi.

Tajriba bir necha bor takrorlanib, k ning o'rtacha qiymati va absolyut hatoliklar hisoblanadi.

Tajribada aniqlangan va hisoblangan natijalar 1-jadvalga yoziladi.

Ketma-ket va parallel ulangan prujinalar uchun nazariy hisoblangan (5) va (6) formulalar yordamida hisoblangan bikrliliklarni solishtiramiz.

1-jadval

Tajriba turi	P,yuk massa	l_0	l	Δl	k	k_{ypm}	Δk (abs)	Δk (nis)
Birinchi prujina uchun								
Ikkinchi prujina uchun								
Ketma-ket ulanganda								
Parallel ulanganda								

Savol va topshiriqlar

1. Deformatsiya turlari va ta'riflarini keltiring?
2. Kuchlanish deb nimaga aytiladi?
3. Guk qonunini ta'rifini keltiring?
4. Garmonik tebranishlar tenglamasi, uning yechimini keltiring.

5-§. Laboratoriya ishi № 5. Qiya tekislikning foydali ish ko'effitsientini aniqlash

Ishning maqsadi. Eng sodda mexanizm-qiya tekislikning foydali ish ko'effitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar. taxta, dinamometr, o'lchov lentasi, taxtachalar, shtativlar, qo'ldan yasalgan turli xil burchakli qiya tekisliklar.

Nazariy ma'lumotlar va qurilma tuzilishi. Mashina yoki mexanizmlar vositasida ish bajarilganda ishqalanish kuchlarini yengish uchun energiya sarflanadi. Bu energiya mashina yoki mexanizmlarning turli qismlarini qizdirishga, ya'ni ichki energiyaning oshishiga sarf bo'ladi. Odatda, ichki energiyadan ish bajarish uchun foydalanish imkoni bo'lmaydi.

SHuning uchun mashina yoki mexanizm o'ziga berilayotgan energiyani naqadar samarali ishlatishini ko'rsatadigan kattalik – foydali ish ko'effitsienti (FIK) bilan xarakterlanadi.

Mashina yoki mexanizmning foydali ish ko'effitsienti deb, A_{ϕ} foydali ishning bajarilgan A to'liq ishga nisbatiga aytiladi.

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \quad (1)$$

Jism vertikal bo'yicha yuqoriga ko'tarilganda bajarilgan ish og'irlik kuchi P ning balandlik h ga ko'paytirilganiga teng.

$$A_f = P \cdot h \quad (2)$$

Jismning uzunligi ℓ bo'lgan qiya tekisligi bo'ylab yo'nalgan F kuch bilan tekis siljitib ham xuddi shunday h balandlikka chiqarish mumkin. Bunda bajarilgan ish

$$A_t = F \cdot \ell \quad (3)$$

Ishqalanish mavjud bo'lganda jismni qiya tekislik bo'ylab siljitishga

bajarilgan A_t ish shu jismni vertikal bo'yicha ko'tarishda bajarilgan A_f ishdan katta bo'ladi:

$$A_t > A_f$$

bunda A_t -to'liq ish, A_f -foydali ish.

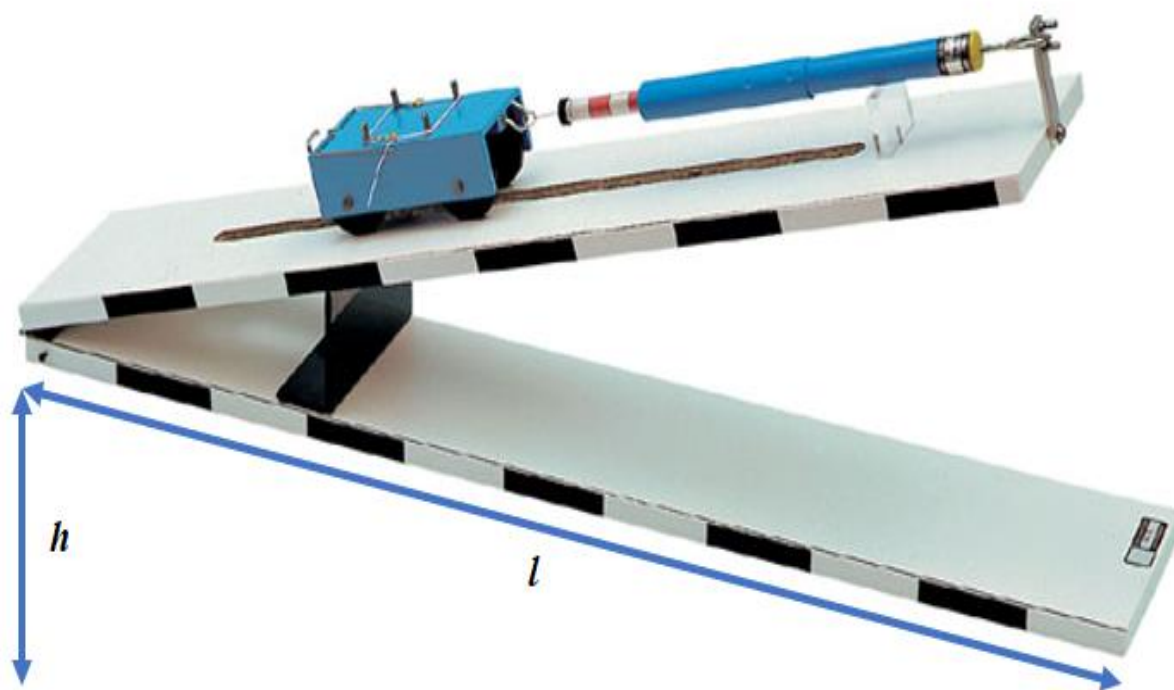
Shunday qilib, qiya tekislikning foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} = \frac{P \cdot h}{F \cdot \ell} \quad (4)$$

tenglama bilan aniqlanadi yoki foizlarda

$$\eta = \frac{P \cdot h}{F \cdot \ell} \cdot 100\% \quad (5)$$

Tajribada (5) formula asosida qiya tekislikning F.I.K. aniqlanadi.



1-rasm

Ishni bajarish tartibi

Taxta va shtativ yordamida qiya tekislik hosil qiling. (1-rasm) Qiya tekislikning h balandligi va ℓ uzunligini o'lchang. Dinamometr yordamida brusokning P og'irligini o'lchang. Brusokga dinamometрни ulab, uni qiya tekislik bo'ylab yuqoriga tekis tortib boring. Dinamometr tortish kuchi F ni ko'rsatadi. (5) formula yordamida qiya tekislikning

F.I.K. ni aniqlang. Brusok ustiga og'irligi ma'lum bo'lgan yuklar qo'yib, tajribani 3-4 marta takrorlang.

F.I.K. ning η_{ypm} o'rtacha qiymatini absolyut xatoliklarni, absolyut xatoliklarning $\Delta\eta_{ypm}$ o'rtacha qiymatini va $\Delta\eta_{ypm}/\eta_{ypm}$ nisbiy xatoliklarni hisoblang.

Tajriba natijalarini jadvalga yozing.

tajriba nomeri	$P,$ H	$h,$ m	$F,$ H	$l,$ m	A_ϕ $\mathcal{H}$	$A,$ $\mathcal{H}$		$\eta,$ %	η_{ypm} , %	$\Delta\eta$, %	$\Delta\eta_{ypm}$, %	$\Delta\eta_{ypm}$ η_{ypm}
1.												
2												
3												

Natijani $\eta = \eta_{ypm} + \Delta\eta_{ypm}$ ko'rinishda yozing.

Sinov savollari

1. Mexanik ish deb qanday kattalikka aytiladi? Ish qanday birliklarda o'lchanadi?
2. F.I.K. deb nimaga aytiladi?
3. Quvvat va energiya deb qanday kattaliklarga aytiladi? Ularni birliklarini ayting?
4. Kinetik va potentsial energiyalarni qoidasi va formulasini ayting?
5. Mexanikada energiyaning saqlanish qonunini ayting?

6-§. Laboratoriya ishi № 6. Qattiq jismlarning zichligini aniqlash

Ishning maqsadi: to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan jismlarning zichligini aniqlash, xatoliklarni hisoblashni o'rganish va gidrostatika qonunlari bilan tanishish.

Kerakli asbob va buyumlar: texnik tarozi, tarozi toshlari, zichligi topiladigan aniq shakldagi jismlar, silindrik idish va ilmoqli ustuncha.

Nazariy ma'lumotlar. Ma'lumki har xil moddalar ya'ni metallar, minerallar, suyuqlik va gazlarning hajmlari birday bo'lganda, massalari turlicha bo'ladi. Aksincha massalari bir xil bo'lgan turli moddalarning hajmlari turlicha bo'ladi. Masalan, massasi 1 t bo'lgan temir g'ola 0,13 m³ hajmga ega bo'lgan holda 1 t muzning hajmi 1,1 m³ ga teng bo'ladi, ya'ni muzning hajmi 9 marta katta. Buning sababi moddalar bir-biridan "zichlik" deb ataluvchi kattalik bilan farq qiladi.

Moddaning zichligi, uning *hajm birligidagi massasi bilan o'lchanadigan miqdordir*. Agar zichlikni ρ , jism massasini m va uning hajmini V bilan belgilasak, zichlik formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Xalqaro birliklar sistemasida (SI) zichlikning birligi qilib, har bir m³ hajmda 1 kg dan massaga ega bo'lgan bir jinsli jismning zichligi kg/m³ deb qabul qilingan.

Aniq shaklga ega bo'lgan jism berilgan bo'lsa (shar, kub, parallelepiped va hokazo) uning zichligini topish uchun avvalo jismning massasi tarozida tortib olinadi, hajmi esa jism shakliga bog'liq holda aniqlanadi. Masalan, shar shaklidagi jismning hajmi $V = \frac{4}{3} \pi r^3$, silindr yoki parallelepiped bo'lsa, $V = S \cdot \ell$ formuladan hisoblanadi. So'ng (1) formulad yordamida jismining zichligi aniqlanadi.

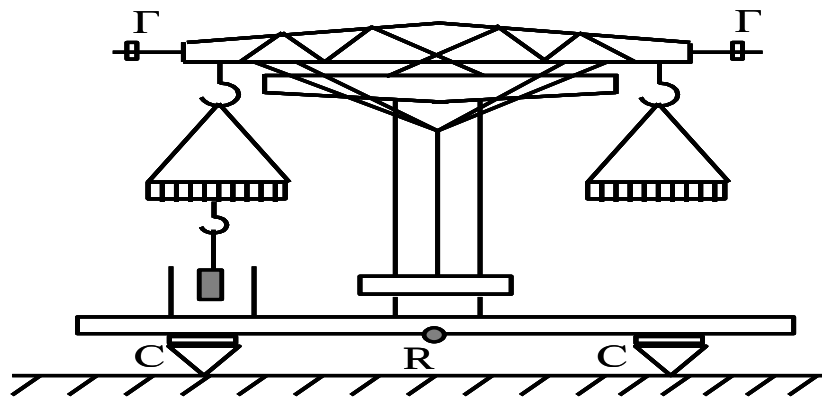
Agar jismning shakli murakkab bo'lsa, uning hajmini geometrik formuladan hisoblash mumkin emas. Bu holda Arximed qonunidan foydalanish qulay. Arximed qonuniga binoan ***biror jism suyuqlikka to'liq botirilganda o'z hajmiga teng bo'lgan suyuqlikni siqib chiqaradi***. Tajribada siqib chiqarilgan suyuqlik massasini o'lchab, zichligi ma'lum bo'lgan holda (1) formuladan suyuqlik hajmi, ya'ni jism hajmi aniqlanadi.

Asbobning tuzilishi va ish uslubi

Qattiq jism zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlashda (1-rasm) tekshiriladigan jismni tarozining ilgagiga osib, o'ng pallaga toshlarni qo'yish bilan jismning havodagi og'irlik kuchi aniqlanadi.

Uning havodagi og'irligi R bo'lsin. Keyin jism tagiga suv to'ldirilgan idish qo'yib, unga jism to'liq botiriladi, bunda jism idish devorlariga va tagiga tegmasligi kerak. Suvga tushirilgan jismning og'irlik kuchi kamayadi, chunki Arximed qonuniga ko'ra suyuqlikka botirilgan **jism o'zi siqib chiqargan suyuqlikning og'irlik kuchiga teng kuch bilan pastdan yuqoriga itariladi**. Agar jismining suvdagi og'irligini R_1 deb belgilasak, u holda jism siqib chiqargan suvning og'irligi quyidagidan topiladi:

$$P_0 = P - P_1 \quad (2)$$



1 - rasm

Bu og'irlikni yana bunday ifodalash mumkin:

$$P_0 = \rho_0 V_0 g \quad (3)$$

Bunda ρ_0 - suvning zichligi, V_0 - siqib chiqarilgan suyuqlikning hajmi. Ikkinchi tomondan bu hajm qattiq jismning hajmiga teng. Agar qattiq jismning massasini m zichligini ρ bilan belgilasak, u holda jismning hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \quad (4)$$

(4) formulani (3) ga quyib, uni (2) chi ifoda bilan taqqoslaymiz:

$$P - P_1 = \rho_0 \frac{m}{\rho} g$$

g - erkin tushish tezlanishi. Bundan qattiq jismning zichligi quyidagicha bo'ladi:

$$\rho = \rho_0 \frac{mg}{P - P_1} = \rho_0 \frac{P}{P - P_1} \quad (5)$$

Ishni bajarish tartibi

6.1. Mashq – 1.

1. Jismning massasi aniqlanadi.
2. Parallelepiped shaklidagi jismning eni, bo'yi, uzunligi shtangensirkul yordamida o'lchanadi: eni - a , bo'yi - b , ℓ - uzunligi. So'ngra jismning hajmi quyidagi formuladan topiladi:

$$V = abl$$

3. Qattiq jismning zichligi $\rho = \frac{m}{V}$ formula yordamida aniqlanadi.

Tajriba bir necha marta takrorlanadi va olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

1 - jadval

No	m (kg)	a (m)	b (m)	ℓ (m)	V (m ³)	ρ (kg/m ³)	$\langle \rho \rangle$	$\Delta \rho$	$\langle \Delta \rho \rangle$	$\frac{\langle \Delta \rho \rangle}{\langle \rho \rangle} 100\%$
1										
2										
3										

6.2. Mashq – 2.

1. Taglikdagi vintlar yordamida tarozi gorizantal holatga keltiriladi (1-rasmga qarang). Taroziining gorizantal holatga kelganini ipga osilgan yukcha yordamida tekshiriladi.
2. R dastani o'ng tomonga burash bilan arretir bo'shatiladi. Shaynlar oxiridagi «G» gaykalar yordamida tarozini muvozanat holatga keltiriladi, ya'ni strelkaning o'ng va chap tomonga bir xil og'ishiga erishiladi.
3. Tarozi arretirlanadi va chap pallaga jismni qo'yib, o'ng pallaga jism massasiga tenglashadigan miqdorda tosh qo'yiladi, so'ngra sekin-asta arretir bo'shatiladi
4. Pallaga qo'yilgan tosh jism massasi bilan muvozanatga kelganda jismning massasi yozib olinadi.
5. Taglikka suvli idish qo'yib, ilib qo'yilgan jism tagiga olib boriladi va jismni suvli idishga tushirib uning suvdagi massasi aniqlanadi.
6. (5) formula yordamida jismning zichligi hisoblanadi.

7. Tajriba bir necha marta takrorlanib, hisoblash natijalaridan absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

8. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi 2-jadvalga yoziladi:

2 - jadval

N _o	r N	p ₁ N	p-p ₁ N	ρ_0 kg/m ³	ρ kg/m ³	$\langle \rho \rangle$	$\Delta \rho$	$\langle \Delta \rho \rangle$	V	$\frac{\langle \Delta \rho \rangle}{\langle \rho \rangle}$
1.										
2.										
3.										

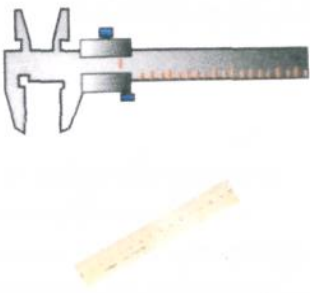
Sinov savollari

1. Massa deb nimaga aytiladi. U qanday birlikda o'lchanadi.
2. Jismning zichligi qanday fizik kattalik.
3. Zichlik qanday birlikda o'lchanadi.
4. Arximed qonuniga ta'rif bering.
5. Hidrostatik tortish usuli yordamida zichlikning hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

7-§. Laboratoriya ishi №7. Yung modulini aniqlash

Ishning maqsadi: Jismlarning cho'zilish deformatsiyasini o'rganish va Yung (elastiklik) modulini aniqlash.

Kerakli asbob va jihozlar: Shtativ (qisqichi bilan), bir jinsli rezina ip (uzunligi 20-30 sm atrofida), shtangensirkul, chizg'ich, ilgak, massasi aniq bo'lgan yuklar to'plami.

Shtativ (qisqichi bilan)	Bir jinsli rezina chilvir	Shtangensirkul, chizg'ich	Ilgak va massasi aniq bo'lgan yuklar to'plami
			

Ishning nazariy asosi

Tashqi kuch ta'sirida jismning shakli yoki o'lchamlarining o'zgarish hodisasiga deformatsiya deb ataladi. Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng deformatsiya yo'qolsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya deyiladi. Agar tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham jismda deformatsiya saqlanib qolsa, bunday deformatsiyaga plastik yoki noelastik deformatsiya deyiladi. Tashqi ko'rinishiga qarab deformatsiya cho'zilish yoki siqilish, egilish, buralish va siljish deformatsiyalargabo'linadi.

Bir uchi mahkamlab qo'yilgan bir jinsli sterjen (yoki rezina chilvir) ga uning o'qi yo'nalishida tashqariga qaratib kuch qo'yilsa, u cho'zilish deformatsiyasiga uchraydi. Cho'zilish deformatsiyasi-ning mutloq uzayishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi

$$\Delta l = l - l_0 \quad (1)$$

bunda, l_0 - sterjenning boshlang'ich uzunligi, l - keyingi uzunligi. Shuningdek, sterjenning nisbiy uzayishi

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

ifoda yordamida aniqlanadi. Nisbiy uzayish dastlabki uzunlik birligining qanchaga uzayganligini ko'rsatadigan fizik kattalikdir.

Deformatsiyalangan jismda hosil bo'ladigan elastiklik kuchi doim mutlaq uzayishga to'g'ri proporsional bo'ladi. Bu xulosa Guk qonuni deb ataladi va quyidagi matematik formula orqali ifodalanadi:

$$F_{el} = -k\Delta l \quad (3)$$

bunda k - proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, u deformatsiyalanayotgan jismning tabiatiga va geometrik o'lchamlariga bog'liq. k - jismning elastiklik xususiyatini miqdor jihatdan tavsiflovchi fizik kattalik bo'lib, unga **jismning bikirligi** deyiladi.

Deformatsiyalangan jismning birlik ko'ndalang kesim yuziga ta'sir qilayotgan deformatsiyalovchi kuchga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka mexanik kuchlanish deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (4)$$

Gukning tajribada aniqlashicha, elastik deformatsiyada mexanik kuchlanish nisbiy uzayishga to'g'ri proporsional boiadi, ya'ni:

$$\sigma = E * |\varepsilon| \quad (5)$$

Bu qonunda qatnashayotgan proporsionallik koeffitsiyenti E ga elastiklik moduli yoki Yung moduli deb ataladi. Yung moduli jismning tabiatiga bog'liq. (3), (4), (5) ifodalar asosida Yung moduli quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{Fl_0}{S\Delta l} \quad (6)$$

Qurilmaning tuzilishi va ishlashi

Jismlarning cho'zilish deformatsiyasini o'rganish va Yung (elastiklik) modulini aniqlash qurilmasining umumiy ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan. Qurilma bir jinsli rezina chilvir, shtativ va yuklar to'plamidan iborat. Shuningdek, rezina chilvirning uzunligini o'lchash uchun chizg'ich va diametrini o'lchash uchun shtangensirkul berilgan. Rezina chilvirning bir uchi shtativning qisqichiga mahkamlangan. Yuk osish uchun ikkinchi uchiga ilgak o'rnatilgan.



1-rasm

Qurilmani yig'ib boigach, ilgakka yuk osiladi va o'lchash ishlari olib boriladi. Ilgakka ilinadigan yuklar soni oshirilib tajriba davom ettriladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Rezina chilvir shtativ qisqichiga mahkamlanadi.
2. Rezina chilvirning ikkinchi uchiga ilgak o'rnatiladi.
3. Rezina chilvirning uzunligi chizg'ich yordamida o'lchanadi(l_0)

4. Rezina chilvirning diametri shtangensirkul yordamida o'lchanadi(d)
5. Massasi aniq bo'lgan yuklardan biri rezina chilvir uchidagi ilgakka osiladi (osilgan yukning og'irligi son jihatidan rezina chilvirda yuzaga kelgan elastiklik kuchining kattaligiga teng bo'ladi, ya'ni $F = mg$).
6. Yuk osilgandan so'ng rezina chilvirning uzunligi chizg'ich yordamida o'lchanadi.
7. (1) ifodaga ko'ra rezina chilvirning mutloq uzayishi hisoblanadi.
8. Yuklar sonini oshirib tajriba takrorlanadi.
9. (2) ifodaga ko'ra rezina chilvirning nisbiy uzayishi hisoblanadi.
10. $s = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ ifodaga asosan rezina chilvirning ko'ndalang kesim yuzasi hisoblanadi.
11. (4) ifodaga ko'ra rezina chilvirda yuzaga kelgan mexanik kuchlanish hisoblanadi.
12. (6) ifodaga ko'ra Yung moduli hisoblanadi.
13. Tajribadan olingan natijalar asosida quyidagi jadval to'ldiriladi.

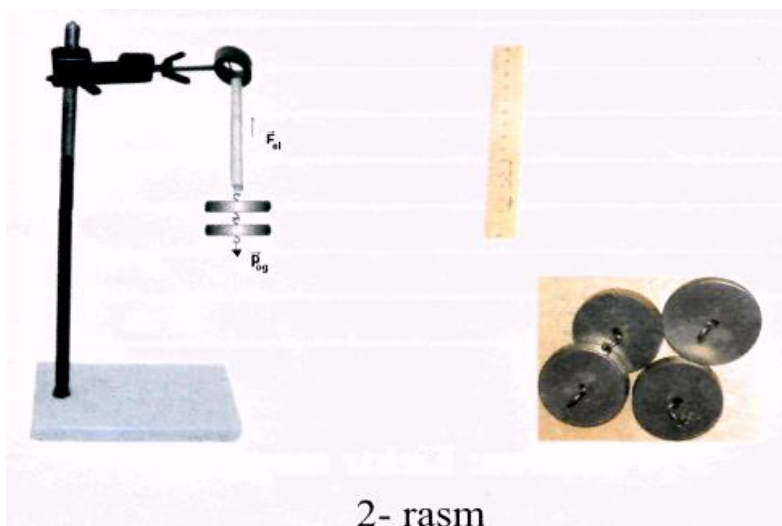
№	l_0	l	Δl	ε	d	S	σ	E
Yuklar soni 1 ta								
Yuklar soni 2 ta								
Yuklar soni ta								

Qiziqarli tajriba

Og'rlik kuchi ta'sirida yuzaga kelgan elastiklik kuchi son jihatdan bir -biriga teng, yani:

$$F_{el} = mg \text{ yoki } k\Delta l = mg$$

Bu ifodaga ko'ra elastiklik koeffitsiyenti $k = \frac{mg}{\Delta l}$ ga teng bo'ladi.



2- rasm

Massasi aniq bo'lgan yuklar yordamida elastik prujinaning bikrligini aniqlaymiz. Buning uchun elastik prujinaning bir uchi tayanchga mahkamlanadi (masalan shtativ qisqichiga). Yuk osilmagan holdagi prujinaning uzunligi chizg'ich yordamida o'lchanadi. Yuk osilgach cho'zilgan prujinaning uzunligi o'lchanadi (yuk tebranmagan holda boiishi shart). o'lchash natijalariga ko'ra cho'zilish uzunligi aniqlanadi. o'lchash natijalariga ko'ra prujinaning elastiklik koeffitsiyenti aniqlandi. Yuklar soni oshirilib tajriba takrorlanadi.

Nazorat uchun savollar

1. Deformasiya hodisasi deb nimaga aytiladi va uning qanday turlarini bilasiz?
2. Guk qonunini ta'riflang?
3. Absolyut va nisbiy uzayish deb nimaga aytiladi?
4. Yung modulining fizik ma'nosini tushuntiring va u qanday birliklarda o'lchanadi?

8-§. Laboratoriya ishi № 8. Jismning inersiya momentini trifelyar osma usuli yordamida aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: jismning inersiya moment haqida tushunchaga ega bo'lish, inersiya momentini tajribada aniqlash.

Ish rejasi:

1. Inersiya momentini aniqlash usullari bilan tanishish.
2. Inersiya momenti aniqlanadigan jismlarni tanlash.
3. Trefilyar osma yordamida inersiya momentini aniqlash.
4. Inersiya moment haqida umumiy tushunchaga ega bo'lish

Kerakli asbob va materiallar: trifelyar osma, sekundomer, shtangensirkul, inersiya momenti o'lchanadigan jismlar.

Nazariy ma'lumotlar. Qattiq jismning biror o'q atrofida aylanma harakatini o'rganishda inersiya momenti deb ataluvchi fizik kattalik katta ahamiyatga ega.

Qattiq jismning inersiya momenti quyidagicha fodalanadi :

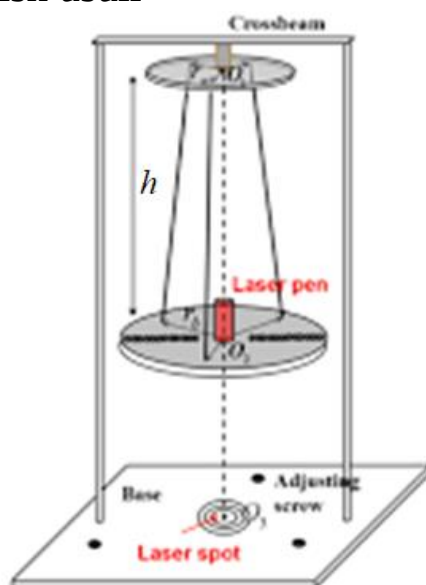
$$I = \sum_{i=0}^n m_i r_i^2 \quad (1)$$

Bunda $\Delta m_1, m_2 \dots m_i$ – qattiq jism zarrachalarining massalari $r_1, r_2 \dots r_i$ zarrachalardan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa. (1) formula yordamida jismlar inersiya momentini hisoblashda ko'pincha qiyinchilik tug'iladi. Ayniqsa jismning tuzilishi aylanish o'qiga nisbatan simmetrik bo'lmasa, bunday hollarda jismning inersiya momentini trifelyar osma yordamida buralma tebranish usuli bilan aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Jismning garmonik buralma tebranma harakati deb, og'irlik markazidan o'tgan o'qqa nisbatan davriy tebranma harakatiga aytiladi. Bu harakatda muvozanat holatiga nisbatan buralish burchagi sinus va kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradi

$$\alpha = \alpha_0 \cos(W_0 t + \varphi) \quad (2)$$

Asbobning tuzilishi va ish usuli



1 – rasm

Trifelyar osma quyidagicha tuziladi: doiraviy platforma B

chetlariga biriktirilgan uchta simmetrik ip vositasida yuqorigi A diskga osib qo'yilgan A diskning diametri B platforma diametridan kichik (1-rasm). Agar A diskning D richagi yordamida kichik L burchakka burilsa, simmetrik joylashgan iplar og'adi. Natijada sistemaning og'irlik markazi simmetrik o'q bo'yicha yuqoriga ko'tarilib yana pastga tushadi. B platforma o'q atrofida tebrana boshlaydi uning tebranish davri platformaning inersiya momentiga bog'liq bo'ladi. Agar platformaga biror yuk (jism) qo'yilsa uning inersiya momenti va demak, tebranish davri o'zgaradi. Bu ishda mana shu holdan foydalanilib jism inersiya momenti aniqlanadi. Agar m_1 massali platforma bir tomonga buralishda h balandlikga ko'tarilsa, uning potentsiyal energiyasi:

$$W_p = m_0 g \cdot h$$

miqdorga ortadi. Bu platforma 2 - tomonga buralib, muvozanat vaziyatiga kelganda uning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{J_0 \omega^2}{2}$$

ga teng bo'ladi, bunda J_0 – platformaning inersiya moment, ω_0 - platformaning muvozanat vaziyatidan o'tish paytidagi burchak tezligi. Ishqalanish kuchlarining ishini e'tiborga olmasak energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

$$\frac{1}{2} J_0 \omega_0^2 = m_0 g h \quad (3)$$

Platforma garmonik buralma tebranishda bo'lgani uchun burchakli siljishning vaqtga bog'lanishi quyidagich yoziladi :

$$\alpha = \alpha_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t$$

Bunda T_0 - tebranish davri. Burchakli tezlik buralish burchagidan vaqt bo'yicha olingan 1-tartibli hosilaga tengligini hisobga olsak;

$$\varpi = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2\pi\alpha_0}{T_0} \cos \frac{2\pi}{T_0} t$$

Muvozanat vaziyatidan o'tish paytida, ya'ni $t = 0, \frac{1}{2}T_0, T_0, \frac{3}{2}T_0$ bo'lganda burchakli tezlik maksimal qiymatga erishadi

$$\omega = \frac{2\pi}{T_0} \alpha_0 \quad (4)$$

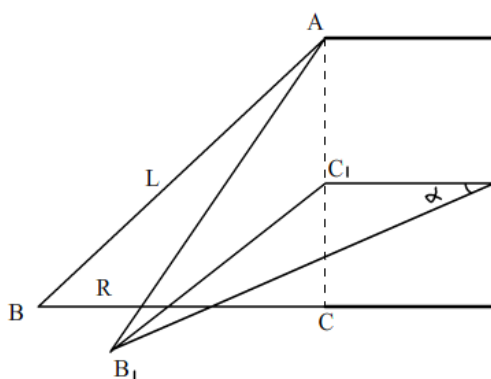
(4) dan ω_0 ning qiymatini (3) ga qo'ysak

$$mgh = \frac{I_0}{2} \cdot \frac{4\pi}{T_0^2} \alpha_0^2 \quad (5)$$

ipning uzunligi ℓ , platforma radiusi R va yuqorigi disk radiusi r ma'lum bo'lsa, h ni aniqlash mumkin. To'g'ri burchakli $\triangle ABC$ va $\triangle AB_1C_1$ uchburchaklarning o'xshashligidan (2-rasm) $h = AC - AC_1$ tenglikning o'ng tomoni surat va maxrajini $AC + AC_1$ ga ko'paytiramiz. U holda

$$h = \frac{(AC)^2 - (AC_1)^2}{AC + AC_1}$$

BAC dan



2 – rasm

$L^2 - (R - Z)^2$ $\triangle AB_1C_1$ va o'tmas burchakli uchburchak $\triangle B_1OC$ dan $(AC_1)^2 = (AB)^2 - (B_1C_1)^2 = L^2 - (R^2 + r^2 - 2rR\cos\alpha)$. $(AC)^2$ va $(AC_1)^2$ larning qiymatini h ning ifodasiga qo'ysak va ba'zi soddalashtirishlardan so'ng

h uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz: $h = \frac{2rZ(1 - \cos\alpha)}{AC + AC_1} = \frac{4rZ\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{AC + AC_1}$

og'ish burchagi - α juda kichik bo'lganda burchak sinusining qiymatini burchakning qiymati bilan almashtirib va maxrajdagi ifodani $2L$ ga teng deb olish mumkin. U holda

$$h = \frac{Rr\alpha}{2l} \quad (6)$$

(6) tenglikdan h ning qiymatini (5) ga qo'ysak

$$m_0 grR = I_0 \frac{4\pi^2}{T_0^2} L$$

Bundan yuksiz platformaning inersiya momenti uchun quyidagi formula kelib chiqadi

$$I_0 = \frac{m_0 R \cdot r \cdot g}{4\pi^2 l} \cdot T_0^2 \quad (7)$$

Berilgan trifelyar uchun kattaliklar o'zgaras bo'lib, uni C bilan belgilasak (7) formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$I_0 = C m_0 T_0^2 \quad (8)$$

Shuningdek m_1 massali yuk qo'yilgan platformaning inersiya momenti uchun quyidagi formula kelib chiqadi

$$I_1 = C(m_0 + m_1)T_1^2 \quad (9)$$

Berilgan trifelyar uchun $\frac{Rzg}{4\pi^2 \ell}$ kattaliklar o'zgaras bo'lib uni C bilan belgilasak (7) formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$I = I_1 = I_0 = C[(m_0 + m_1)T_1^2 - m_0 T_0^2] \quad (10)$$

Shuningdek m_1 massali yuk qo'yilgan platformaning inersiya momenti tekshirilayotgan jismning inersiya momenti yuqoridagi ikki J_1 va J_0 inersiya momentlari ayirmasiga teng bo'ladi.

Ishni bajarilish tartibi

A) Asbobning aniqlik darajasini tekshirish. D richakka bog'langan shurni tortish bilan platformani $5-6^\circ$ ga burib, aylanma tebranma harakatga keltiring. Sekundamer yordamida 30-40 ta to'liq tebranish uchun ketgan vaqt t ni aniqlab $T_0 = \frac{t}{n}$ dan yuksiz platformaning tebranish davri aniqlanadi. Platformaga m_1 massali jism shunday qo'yiladiki, uning o'qi platforma o'qi bilan mos kelsin. Buning uchun platformadan markazlari platforma o'qida bo'lgan konsentrik aylanalar chizilgan bo'lib, jism aylana ichiga qo'yiladi. So'ng 1- va 2- punktlarda ko'rsatilgan usul bilan yukli trifelyarning tebranish davri T_1 aniqlanadi. (10) formuladan silindrik jismning inersiya momenti aniqlanadi. So'ng $I = \frac{l}{2} m_1 r_1^2$ nazariy formula bilan silindrik jismning inersiya momentini hisoblab, topilgan qiymatlar taqqoslanadi. Har ikkala natijalar bir hil bo'lishi kerak. Formulada R_1 silindr radiusi.

B) Oddiy geometrik shaklga ega bo'lgan jismlarning inersiya momentini aniqlash.

Tajriba aynan yuqoridagi usul bilan bajariladi va (10) formuladan bu jismning inersiya momenti aniqlanadi. O'lchash natijalari quyidagi

jadvalga yoziladi:

1 – jadval

T/r	Yuksiz holatda				m_1 massali yukli				m_2 massali yukli			
	n	t	T_0	ΔT_0	n_1	t_1	T_1	ΔT_1	n_2	t_2	T_2	ΔT_2
1												
2												
3												

Asbob uchun doimiy bo'lgan R , r , ℓ va m_1 larning qiymatlari o'qituvchidan olinadi.

Hisoblash tartibi

1. Inersiya momentining o'rtacha qiymati (10) formulaga T_1 va T_2 larning o'rtacha qiymatlarini qo'yish bilan aniqlanadi.
2. Olingan natijaning o'rtacha nisbiy xatoligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi.

$$S = \frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta C}{C} + \frac{2(m_0 + m_1) \cdot T \cdot \Delta T + 2m_0 T \cdot \Delta T_0 + T_1^2 (\Delta m + \Delta m_0) + T_0^2 \Delta m_0}{m_1 + m_0 T_0^2 - m_0 T_0^2}$$

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta L}{L}$$

3 Absolyut xatolik esa o'rtacha qiymatning o'rtacha nisby xatolikka ko'paytmasi sifatida aniqlanadi, ya'ni $\Delta J = J_{o'r}$. Natijada $I = I_{o'r} \pm \Delta I$

Sinov savollari

1. Qanday tebranishga buralma tebranma harakat deyiladi?
2. Trifelyar osma nima va u qanday kuchlar ta'sirida tebranma harakatga keladi?
3. Qattiq jismning inersiya momenti deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Inersiya momentini trifelyar osma yordamida aniqlash usulining mohiyatini tushuntiring.
5. Shteyner teoremasini ta'riflang.

9-§. Laboratoriya ishi № 9. Stoks usuli bilan suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash

Mashg‘ulotning maqsadi: Suyuqliklar yopishqoqlik koeffitsiyentini o‘lchash, uning ahamiyati haqida tushunchaga ega bo‘lish, uning qiymatini tajribada aniqlash.

Ish rejasi:

- 1.Stoks qurilmasi bilan tanishish.
- 2.Stoks usulida suyuqlik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash.
- 3.Yopishqoqlikning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyatini o‘rganish.

Kerakli asbob va materiallar va jihozlar : shisha silindrga solingan noma'lum suyuqlik, diametri 2-10mm bo‘lgan metall sharchalar, sekundomer, mikrometr.

Nazariy ma'lumotlar. Harakatdagi real suyuqlik qatlamida molekulalar harakati doimo katta bo‘lib, tezligi kichik bo‘lgan suyuqlik qatlamida esa molekulalarning harakati kichik bo‘ladi. Bir qatlamda harakat miqdorining oshib borishi qatlamlararo molekulalarning aralashuviga sabab bo‘ladi. Shunday qilib sekin harakat qilayotgan suyuqlik qatlamidagi harakat miqdorini kamaytiradi, ya'ni unga qarshilik ko‘rsatadi. Turli xil tezlik bilan harakat qiluvchi suyuqlik qatlamlari orasida hosil bo‘ladigan suyuqlik sirtlariga urinma va ularning harakatiga qarama-qarshi yo‘nalgan kuchga **ichki ishqalanish kuchi yoki yopishqoqlik kuchi** deyiladi.

$$F = \eta \cdot S \frac{d\vartheta}{d\ell} \quad (1)$$

bunda F – yopishqoqlik kuchi, η – yopishqoqlik koeffitsiyenti, $d\ell$ – suyuqlik qatlamlari orasidagi masofa, $\frac{d\vartheta}{d\ell}$ – tezlik gradiyenti, S – yuza.

Tajribalardan aniqlanishicha, yopishqoqlik kuchi tezlik gradiyentiga to‘g‘ri proporsional ravishda o‘zgaradi. Bir-biri ustida sirpanib harakat qiluvchi qatlamlar orasidagi ta’sir kuchi qatlamlar yuziga va yopishqoqlik koeffitsiyentiga proporsionaldir. (2.1.1) formuladan

$$\eta = \frac{F}{S \cdot \frac{d\vartheta}{d\ell}} \quad (2)$$

Yopishqoqlik ko'effitsiyenti deb yuzalari 1 m² dan bo'lib, suyuqlik qatlamlariga ta'sir etuvchi yopishqoqlik kuchi bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

Yopishqoqlik ko'effitsiyenti SGS sistemasida

$$[\eta] = \frac{dN}{c \cdot \frac{sm}{s}} = \frac{g}{cm \cdot s} = Puaz (Pz) \quad (3)$$

Si sistemasida

$$[\eta] = \frac{N}{m^2 \cdot \frac{m}{s}} = \frac{kg}{m \cdot s} = (Pa \cdot s) \quad (4)$$

birliklarda o'lchanadi.

Yopishqoqlik ko'effitsiyentining SGS sistemasidagi birligi fransuz fizigi Puazeyl sharafiga puaz deb ataladi.

Bu ishda Stoks qonunidan foydalanib, yopishqoqlik ko'effitsiyentini aniqlaymiz. Stoks qonuni quyidagidan iborat: suyuqlikda harakat qiluvchi qattiq jismlarga suyuqlik tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlar suyuqlikning yopishqoqlik ko'effitsiyentiga, jismning harakat tezligi va jismning chiziqli kattaligiga proporsionaldir, ya'ni

$$F = 6\pi\eta \cdot r \cdot g \quad (5)$$

bunda F – qattiq jismga suyuqlik tomonidan ta'sir qiluvchi qarshilik kuchi, η – yopishqoqlik ko'effitsiyenti, r – jismning chiziqli kattaligi (sharchaning radiusi), g – jismning (sharchaning) tezligi.

Stoks usuli bilan suyuqlikning yopishqoqlik ko'effitsiyentini aniqlash qattiq jismning suyuqlikda tekis harakatini kuzatishga asoslangan. Suyuqlikda to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan qattiq jism uchun Nyutoning 1-qonuniga asosan quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$P = (F_1 + F_A) \quad (6)$$

bunda P – qattiq jismning og'irligi, F_1 – suyuqlikning qattiq jismga ko'rsatadigan qarshilik kuchi, F_A – Arximed kuchi.

Harakat qilayotgan qattiq jismning og'irligi quyidagicha topiladi.

$$P = mg = \rho_{sh} V_{sh}; \quad P = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{sh} g \quad (7)$$

Stoks qonuniga asosan qarshilik kuchi

$$F_1 = 6\pi\eta \cdot r \cdot g \quad (8)$$

Arximed kuchi esa

$$F_A = \rho_s g V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g \quad (9)$$

bunda r - sharcha radiusi, V_{sh} – sharcha hajmi, ρ_{sh} – sharcha zichligi, ρ_s – suyuqlik zichligi.

(2.1.6), (2.1.7) va (2.1.8) ni e'tiborga olsak (2.1.5) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi, ya'ni

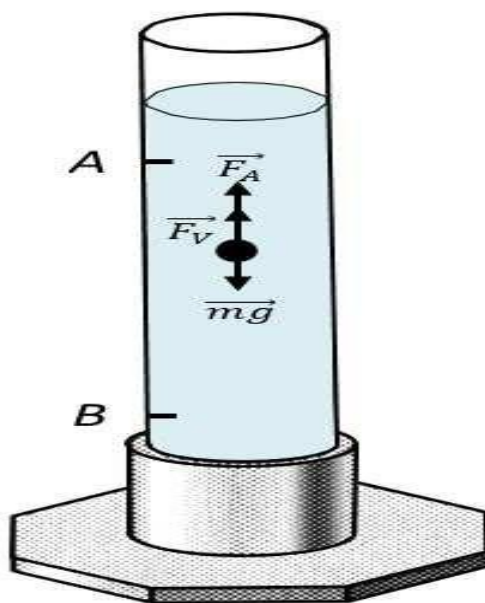
$$\begin{aligned} \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{sh} g &= 6\pi \eta r \vartheta + \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g \\ 6\pi \eta r \vartheta &= \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_{sh} - \rho_s) \end{aligned}$$

Bundan
$$\eta = \frac{2(\rho_{sh} - \rho_s) g r^2}{9 \vartheta} \quad (10)$$

Bundagi $\vartheta = \frac{l}{t}$ va $r = \frac{d}{2}$ bo'lgani uchun

$$\eta = \frac{1}{18} (\rho_{sh} - \rho_s) \frac{g d^2}{g} \quad (11)$$

Bu formula yordamida $\rho_{sh}, \rho_s, d, \ell$ va t ma'lum bo'lganda suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentini topish mumkin.



1-rasm

Tajriba o'tkaziladigan asbob yon devorida A va B belgilari bo'lgan glitsirin solingan idishdan iborat bo'lib, A belgi idishdagi suyuqlik sirtidan 10-15 sm pastda va B belgi idish tubidan 5-10 sm yuqorida chizilgan (1-rasm).

Ishni bajarish tartibi

1. Mikrometr bilan sharcha diametri - d ni uch marta o'lchab o'rtachasini oling.
2. Sharchani silindrdagi tirqish orqali suyuqlikka tushiring va sharcha A belgidan o'tish paytida sekundomerni ishga tushiring. Sekundomerga qarab sharcha A va B belgilar orasidagi masofa ℓ - ni qancha t - vaqtda o'tishini aniqlang.
3. Tajribani 3 ta sharcha bilan o'tkazing.
4. O'lchash natijalarini jadvalga yozib boring.
5. η ni (10) formulaga asosan hisoblang.

1-jadval

T/r	d	t	ℓ	$g = \frac{\ell}{t}$	η	$\eta_{o'r}$	$\Delta\eta$	$\Delta\eta_{o'r}$	$\frac{\Delta\eta_{o'r}}{\eta_{o'r}} \cdot 100\%$
1									
2									
3									

Sinov savollari

1. Suyuqlikdagi oqim turlariga tushuncha bering.
2. Yopishqoqlik qonunining mohiyati nimadan iborat va uning tenglamasini yozing.
3. Yopishqoqlik koeffitsiyentining fizik ma'nosi va o'lchov birliklarini ayting.
4. Suyuqlikda harakat qiluvchi jismga ta'sir qiluvchi kuchlarni tushuntiring.
5. Ishchi formulani keltirib chiqaring.
6. Ishni bajarishni tushuntiring.

10. Laboratoriya ishi № 10. Suyuqlik yopishqoqlik koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligini viskozimetr yordamida aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: Suyuqliklar yopishqoqlik koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligini viskozimetr yordamida tajribada aniqlash.

Ish rejasi:

1. Yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash usullari bilan tanishish.
2. Viskozimetr tuzilishi bilan tanishish.

3. Viskozimetr yordamida yopishqoqlik koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: Viskozimetr VPJ-2, nasos, termometr, sekundomer, elektroplitka, suvli stakan.

Ishning qisqacha nazariyasi

Suyuqlik yoki gazning nay orqali oqib o'tishi uchun ma'lum bosimlar farqi bo'lishi zarur. Suyuqlik hajmi v , nay uzunligi ℓ , nay uchlaridagi bosimlar farqi ΔP va suyuqlikning oqib o'tish vaqti orasidagi bog'lanish Pauzeyl formulasi bilan ifodalanadi

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P t}{8 \eta \ell} \quad (1)$$

bunda r – nay radiusi, η – suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyenti. (1) formula yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim laminar bo'lishi kerak, ya'ni suyuqlik qatlamlari bir-biri bilan aralashmasin. Turbulent oqim uchun Pauzeyl formulasi o'rinli emas. Odatdagi hollarda oqim laminar bo'lishi uchun nay diametri kichik bo'lishi zarur. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik kinematik yopishqoqlikdir.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

bunda ρ – suyuqlik zichligi.

Qurulmaning tavsifi. Yopishqoqlikni aniqlaydigan qurilmalarga viskozimetrlar deyiladi. Pauzeyl formulasidagi $r, \ell, \Delta P$ kattaliklarni aniqlash qiyin, shuning uchun taqqoslash usulidan foydalaniladi. Kopellyar naycha ichiga oldin suv, so'ng yopishqoqligi aniqlanuvchi suyuqlik solinadi. So'ng nasos yordamida suyuqlik ustuni m_1 belgidan ozgina yuqoriga ko'tariladi va 1-jo'mrak yopiladi. Bu vaqtda 2-jo'mrak yopiq bo'ladi. Keyin 2-jo'mrak ochilib suyuqlik sathi m_1 nuqtadan o'tayotganda sekundomer yurgiziladi. Suyuqlikning yuqorigi sathi m_2 nuqtaga yetganida sekundomer to'xtatiladi. Shu yo'l bilan suvning m_1 va m_2 nuqtalar orasini o'tish uchun ketgan τ_0 – vaqt aniqlanadi. Xuddi shu yo'l bilan noma'lum suyuqlikning oqib o'tish vaqti τ – aniqlanadi.

Noma'lum suyuqlik hajmi suv hajmiga tengdir. Suyuqlik kopellyarda $\Delta P = \rho g h$ gidrostatik bosim ta'sirida harakatlanadi. Kapellyardan oqib o'tuvchi teng hajmlar uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$v = \frac{\pi r^4 \Delta p_0 \tau_0}{8 \eta_0 \cdot \ell} \qquad v = \frac{\pi r^4 \Delta p \tau}{8 \eta \ell}$$

Bulardan

$$\frac{\pi r^4 \Delta p_0 \tau_0}{8 \eta_0 \ell} = \frac{\pi r^4 \Delta p \tau}{8 \eta \ell}$$

yoki

$$\frac{\Delta p_0 \tau_0}{r_0} = \frac{\Delta p \tau}{r} \quad (2)$$

Ikkinchidan $\Delta p_0 = \rho g h$, $\Delta p = \rho g h$ larni (2) formulaga qo'ysak, u holda

$$\frac{\rho_0 g h \tau_0}{\eta_0} = \frac{\rho g h \ell}{\eta} \text{ yoki bundan } \frac{g h \tau_0}{\nu_0} = \frac{g h \tau}{\nu} \quad (3)$$

ni hosil qilamiz: $\nu = \nu_0 \frac{\tau}{\tau_0}$

Bunda ν – tekshirilayotgan moddaning kinematik yopishqoqligi, ν_0 - Suvning kinematik yopishqoqligi, τ_0 - suvning oqib o'tish vaqti, τ - noma'lum suyuqlikning oqib o'tish vaqti.

Asbob doimiysini

$$A = \frac{\nu_0}{\tau_0} \quad (4)$$

deb belgilb olsak, u holda (3) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

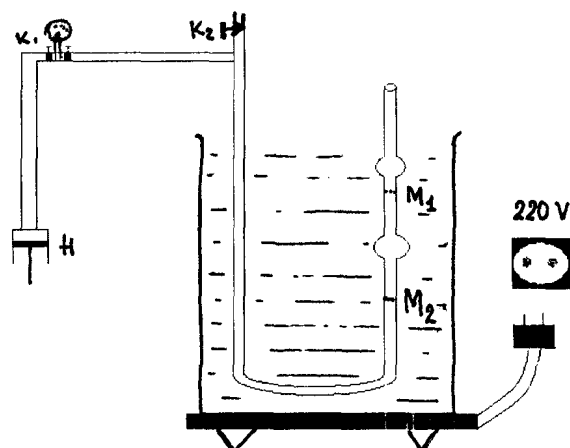
$$\nu = A \cdot \tau \quad (5)$$

yoki kinematik yopishqoqlik uchun quyidagini hosi qilamiz

$$\nu = \kappa \frac{g}{9,807} \tau \quad (6)$$

bunda g – erkin tushush tezlanishi, κ – viskozimetr doimiysi bo'lib mm²/s larda ifodalanadi. Qurilmaning umumiy ko'rinishi 1-rasmda ko'rsatilgan.

$$\rho = 1.26 \cdot 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3$$



1-rasm

1 – jadval

T/r	$t_L^0 C$	τ	ν	η	η_{or}
1					
2					
3					

Ishni bajarish tartibi

1. Viskozimetr suvli stakanga solinib elektroplitka ustiga qo'yiladi.
2. Nasos yordamida suyuqlik qurilmaning kopellyaridagi yuqorigi sharigi biroz to'lguncha ko'tariladi (1-jumrak ochiq, 2-jumrak yopiq).
3. 2-jumrak ochilib suyuqlikning yuqorigi sathi m_1 nuqtaga yetganda sekundomer yurgiziladi
4. Suyuqlik sathi m_2 nuqtaga yetganda sekundomer to'xtatiladi va vaqt yozib olinadi.
5. elektroplitka yoqilib har $5^0 C$ da mashq takrorlanadi va qiymatlar 1-jadvalga yozib boriladi.
6. (5) va (6) formula yordamida kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti aniqlanadi.
7. Temperatura shu yo'l bilan 80^0 gacha ko'tariladi. $\nu = \nu(t)$ bog'lanish grafigi chiziladi.
8. Quyidagi formuladan dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti topiladi va 7 punktdagi grafik chiziladi: $\eta = \rho \cdot \nu$

Viskozimetr doimiylari.

1. Diametri 1,77mm bo'lsa, $A=1,013 \cdot 10^{-6} m^2/s$
2. Diametri 0,99mm bo'lsa, $A=9,162 \cdot 10^{-8} m^2/s$
3. Diametri 0,34mm bo'lsa, $A=2,618 \cdot 10^{-8} m^2/s$

4. Diometri 4,66mm bo'lsa, $K=35,49 \text{ mm}^2/\text{s}$

Sinov savollari

1. Puazeyl formulasini tushuntiring.
2. Vizkozimetr nima?
3. Yopishqoqlikni aniqlaydigan formulani keltirib chiqaring.
4. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

11-§. Laboratoriya ishi № 11. Gaz qonunlari Boyle-Mariott qonuni

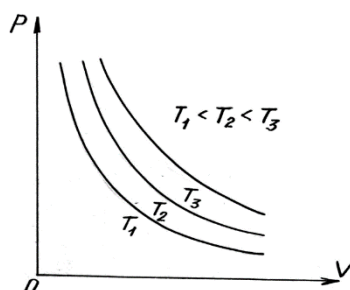
Ishning maqsadi: Doimiy temperaturada havo ustunining hajmini bosimga bog'liqligini aniqlash, Boyle-Mariott qonunini tajribada tekshirish.

Kerakli asboblari: Gazli termometr, dastakli vakuum nasosi, V shaklsimon shtativ asosi - 20 sm, shtativ ustuni - 47 sm, "Timsol" tipli qistirgich.

Nazariy ma'lumotlar. Boyle-Mariott qonuni. Berilgan massadagi ideal gazning temperaturasi doimiy bo'lganda ($T=\text{const}$), Klapeyron tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$PV = \text{const} \quad (1)$$

Bu ifodaga Boyle-Mariott qonuni deyiladi. Bu qonunga ko'ra, berilgan massadagi gazning temperaturasini doimiy qoldirib, hajmini necha marta oshirsak, bosimi shuncha marta kamayadi yoki aksincha, hajmini kamaytirsak, bosimi ortadi. Berilgan massadagi gazning temperaturasi o'zgarish qoladigan jarayonga izotermik jarayon deyiladi. Gaz bosimining hajmiga bog'liq ravishda o'zgarishi grafigi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm

Bu grafikka izotermalar deyiladi. Turli xil temperaturalardagi (T_1, T_2, T_3) izotermalar bir-biridan farq qiladi.

Ushbu tajribada Boyle-Mariott qonuni tekshirish maqsadida gazli termometrdan foydalaniladi. Gazli termometr shisha kapillyardan

tashkil topgan bo‘lib, uning bir uchi ochiq. Havoning ma’lum miqdori kapillyar ichida simobning tomchisi bilan zich berkitiladi. Tashqi P_0 bosimda, kapillyar ichidagi havo V_0 hajmga ega. Xona temperaturasida dastakli (qo‘l bilan yurgiziladigan) nasos yordamida havoni so‘rib olish, havo ustunida $P_0 + \Delta P$ bosim hosil bo‘lishiga olib keladi, bu yerda P_0 – tashqi bosim. Simobning tomchisi ham havo ustuniga bosim beradi:

$$P_{Hg} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \quad (2)$$

bu yerda $\rho_{Hg} = 13.6 \text{ g} / \text{cm}^3$ - simobning zichligi, $g = 9.81 \text{ m} / \text{s}^2$ - erkin tushish tezlanishi, $h_{Hg} = 11 \text{ mm}$ - simob ustunining balandligi.

Gazli termometrda havo ustunidagi umumiy bosim quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: $P = P_0 + \Delta P + \rho_{Hg} g h_{Hg}$ (3)

Qamalgan havo hajmi V , bosimi P aniqlanadi. Hajm V havo ustunining balandligi h bilan kapillyar S ko‘ndalang kesimining yuzasi orqali ($S = \pi \frac{d^2}{4}$) quyidagi formuladan hisoblanishi mumkin:

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

bu yerda $d = 2.7 \text{ mm}$ – kapillyarning ichki diametri.

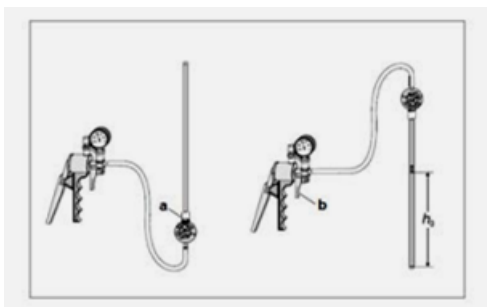
Tajriba qurilmasining tavsifi

Simob tomchilarini yig‘ish:

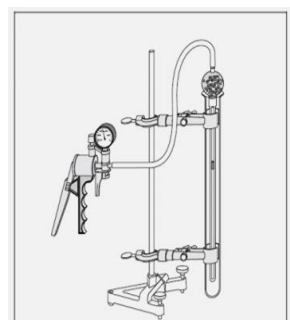
Dastakli (qo‘l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosini gazli termometrda ulang va termometrni shunday ushlangki, uning ochiq uchi pastga qarab yo‘nalgan bo‘lsin. (2-rasmga qarang).

Dastakli vakuum nasosi yordamida maksimum ortiqcha bosimni ΔP yuzaga keltiring va tomchi shaklidagi simobni qavariq joyga (a) to‘plang. Dastakli vakuum nasosining manometri ortiqcha bosimni ΔP manfiy qiymat tarzida ko‘rsatadi.

Agarda hali ham simobning tomchilari kapillyarda qolsa, kapillyarni sekin turtkilab, ular qavariq joyga (a) siljiriladi. Simob bilan berkitilgan kapillyar uchida qolgan kichkina simob tomchisi tajribani bajarishga xalaqit bermaydi.



3-rasm. Doimiy temperaturada gaz hajmining bosimga bog'liqligini o'rgansh uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi



2-rasm. Simob tomchilarini yig'ish va dastlabki gaz hajmini V_0 o'rnatish

Gaz hajmini V_0 o'rnatish:

- Gazli termometrdan foydalanish uchun uni ishchi holatdan (ochiq uchi yuqorida) sekin shunday buriningki, simob kapillyarning kirish teshigiga siljisin.
- Dastakli vakuum nasosining ventilyasiya klapanini (b) sekinlik bilan oching va ΔP bosimni sekin 0 ga shunday kamaytiringki, simob yakka bog'langan tomchi bo'lib asta yumalasin.
- Gazli termometr bilan katta trubkani shtativ ustuniga o'rnatish. Agar katta simob tomchisi kuchli ventilyasiya yoki vibrasiya natijasida bo'linib ketsa, qaytadan simobni yig'ing.

Ishning bajarilish tartibi

1. Tashqi bosim - P_0 ni barometr yordamida aniqlang.
2. Gazli termometrning shkalasi bo'yicha simob ustunining balandligini h_{Hg} yozib oling.
3. Dastakli (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosi yordamida ortiqcha bosimni ΔP yuzaga keltiring va uni qadamma- qadam sekin asta (masalan, 50 kPa) oshirib boring.
4. Har safar havo ustunining balandligini h ni ΔP bilan birgalikda yozib boring. (1-jadvalga)
5. Havo ustunining umumiy bosimi P ni va unga to'g'ri keluvchi hajmni hisoblab, quyidagi 2-jadvalni to'diring hamda umumiy bosimning hajmga bog'lanish grafigini chizing.

Eslatma: vakuum nasosi yordamida hosil qilinayotgan bosim ΔP manfiy qiymat qabul qiladi. Chunki, vakuum nasosi yordamida havo ustunining bosimi kamaytirilayapti. $1\text{gPa}=100\text{Pa}$

1-jadval

$\Delta P, \text{kPa}$	h, sm
0	
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	
70	

2-jadval

P, kPa	V, sm^3

Nazorat savollari

1. Ishning bajarilish tartibi va ishchi formulani tushuntirib bering.
2. Izotermik jarayon haqida va Boyle-Mariott qonunini aytib bering.
3. Temperatura va uning shkalalari to'g'risida gapirib bering.
4. Real gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasini yozing va tushuntirib bering.
5. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

12-§. Laboratoriya ishi № 12. Tomchi uzilish usuli bilan suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash

Ish rejasi:

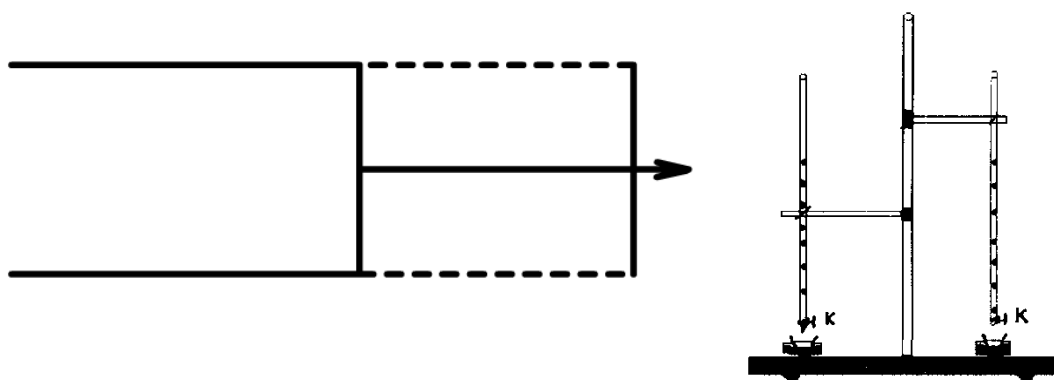
1. Sirt taranglikni aniqlovch qurilmani yig'ish.
2. Byuretkalar yordamida nomalum suyuqlik sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.
3. Sirt taranglikni aniqlashning qishloq xo'jaligida ahamiyatini tushunish.

Mashg'ulotning maqsadi: Suyuqliklar sirt tarangligi haqida tushunchaga ega bo'lish, ho'llash va ho'llamaslik hodisalarini o'rganish, noma'lum suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini

aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar va jihozlar: ikkita byuretka, mayda stakancha, elektron tarozi, termometr, sirt taranglik koefitsiyenti ma'lum bo'lgan suyuqlik, sirt tarangligi noma'lum bo'lgan suyuqlik.

Nazariy ma'lumotlar. Suyuqlik molekullari orasidagi tortishish kuchi suyuqlikning sirtini tarang tortilgan holda saqlaydi. Suyuqlik sirtini chegaralovchi konturga perpendikulyar bo'lgan va suyuqlik sirtini qisqartirishga intiluvchi kuchga sirt taranglik kuchi deyiladi. Suyuqlikning sirt taranglik kuchini, shu suyuqlikning sirtini chegaralovchi kontur uzunligiga bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka suyuqlikning sirt taranglik koefitsiyenti deyiladi. Sirt taranglik kuchi F ,



suyuqlikning sirtini chegaralovchi kontur uzunligi ℓ va sirt taranglik koefitsiyentini α bilan belgilab, ta'rifga ko'ra quydagi ifodani yozamiz:

$$\alpha = \frac{F}{\ell} \quad (1)$$

Turli xil suyuqliklarning sirt taranglik kuchlari turlicha bo'lgani uchun ularning sirt taranglik kuchlari ham turlicha bo'ladi. Suyuqliklarning sirt taranglik koefitsiyentlari temperaturaga bog'liqdir. Temperatura ko'tarilishi bilan suyuqlik molekullari orasidagi tortishish kuchi kamayib boradi.

Shuning uchun temperaturaning ko'tarilishi bilan suyuqlikning sirt taranglik koefitsiyenti kamayib boradi. Sirt taranglik koefitsiyentini suyuqlik sirt pardasining kengayishi natijasida bajarilgan ish orqali ham ifodalash mumkin. Suyuqlik sirt pardasi yuzasini ΔS qadar kattalashtirish uchun bajarilgan ishni aniqlaymiz. Buning uchun pardaning chegarasini F kuch yordamida o'z - o'ziga

parallel ravishda suramiz (1-rasm). U holda bajarilgan ish $\Delta A = F\Delta X$ bo'ladi, lekin (1) rasmga asosan $F = \alpha l$, shuning uchun

$$\Delta A = F\Delta X = \alpha l \Delta X = \alpha \Delta S$$

Bundan,
$$\alpha = \frac{\Delta A}{\Delta S} \quad (2)$$

Bu yerda, ΔX – chegaraning siljishi, ΔS – suyuqlik sirt pardasining kattalashishi. (2) formuladan sirt taranglik ko'effitsiyentini suyuqlik sirtining bir birlikka orttirilishi uchun bajarilgan ishga tengdir. Bu ish molekulalarning suyuqlik ichidan uning sirtiga chiqish uchun sarf bo'ladi, natijada suyuqlik sirtidagi molekulalar qo'shimcha potensial energiya (ΔE) oladi va bu energiya sirt energiyasi yoki erkin energiya deyiladi.

Ichki energiya faqat sirt energiyasining hisobiga o'zgarishi uchun suyuqlik sirtining oshish jarayoni izotermik bo'ladi deyish mumkin. Demak izotermik jarayonda kinetik energiya o'zgarmaydi, natijada bu jarayonda sirtning kengayishi potensial energiya tashqi kuchlarining bajargan ishi va tashqaridan olingan issiqlik miqdori hisobiga ortadi.

$$\Delta U + \Delta A = \Delta Q \quad (3)$$

Ichki energiya faqat sirt energiyasining hisobiga o'zgarishi uchun, ya'ni suyuqlik sirtining oshish jarayoni izotermik ravishda bo'lishi kerak.

Ma'lumki ichki energiya faqat temperaturaga bog'liq. (3) ifoda $\Delta U = \Delta Q + (-\Delta A)$ dagi minus ishora sirt taranglik kuchi siljishga qarama-qarshi yo'nalganligini ko'rsatadi.

(3) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$-\Delta A = \Delta U - \Delta Q = \Delta W \quad (4)$$

(4) formuladan sirtning izotermik kengayishida bajarilgan ish erkin energiyaning o'zgarishiga tengligi kelib chiqadi. (3) va (4) formulaga asosan sirt taranglik ko'effitsiyenti N/m larda emas, balkim J/m² larda o'chlanadi. Bu ko'effitsiyent suyuqlikning tozaligiga va temperaturaga bog'liq. Temperatura ko'tarilishi bilan suyuqlik bilan uning to'yingan bug'ining zichligi o'rtasidagi farq kamayadi. Shuning uchun sirt taranglik ko'effitsiyenti ham kamayib boradi va kritik temperaturada nolga teng bo'lib qoladi. Suyuqlikning sirt taranglik ko'effitsiyentini aniqlashda turli usullardan foydalaniladi. Bulardan biri tomchi uzilish usulidir. Bu usul suyuqlik sirt pardasini ajratish uchun kerak bo'lgan kuchning sirt taranglik kuchiga teng bo'lishiga asoslangandir. Suyuqlik

solingan byuretkadagi joʻmrakni ochganda ajralgan tomchilar maʼlum hajmga erishganda ularning uzilishini koʻramiz.

Tomchining uzilishiga byuretka teshigidagi suyuqlik pardasining sirt taranglik kuchi qarshilik koʻrsatadi. Shuning uchun tomchi ogʻirligi suyuqlikning sirt taranglik kuchiga teng boʻlgandagina tomchi uziladi. Shunga koʻra tomchining uzilish paytidagi ogʻirligini suyuqlik sirt taranglik kuchiga tenglashtirib undan sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlaymiz, yaʼni

$$P = F \quad (5)$$

bunda P-tomchi ogʻirligi, F- sirt taranglik kuchi

(1) ifodaga asosan (5) formulani quyidagicha yozamiz

$$P = \alpha \ell \quad (6)$$

bunda ℓ - byuretka teshigi aylanasi uzunligi boʻlib, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\ell = 2\pi R \quad (7)$$

Bunda R- byuretka teshigining radiusi (7) ifodani (6) ifodaga qoʻysak

$$P = 2\pi R \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{P}{2\pi R} \quad (8)$$

Bu formuladan F va R maʼlum boʻganda α –ni topish mumkin. Ammo byuretkaning radiusini oʻlchash ancha murakkab masala hisoblanadi. Shu sababli sirt taranglik koeffitsiyenti maʼlum va nomaʼlum boʻlgan suyuqliklarni olib, ularni bir xil radiusli byuretkalardan tomizish usuli bilan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlaymiz. Buning uchun sirt taranglik koeffitsiyenti maʼlum boʻlgan suyuqlik tomchisining ogʻirligini P_0 va sirt taranglik koeffitsiyentini α_0 , sirt taranglik koeffitsiyenti nomaʼlum boʻlgan suyuqlikning tomchisining ogʻirligini P va sirt taranglik koeffitsiyenti α bilan belgilaymiz. U holda (8) formulaga asosan quyidagini yozish mumkin.

$$P_0 = 2\pi R \alpha_0 \quad (9)$$

Bu formulalarni bir biriga boʻlsak:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{2\pi R \alpha}{2\pi R \alpha_0} \quad (10)$$

bundan

$$\frac{P}{P_0} = \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad (11)$$

Bu formuladan sirt taranglik koefitsiyentlari ma'lum va noma'lum bo'lgan suyuqliklar tomchilarining og'irliklari P_0 va P ma'lum bo'lganda sirt taranglik koefitsiyenti noma'lum bo'lgan suyuqliklarning sirt taranglik koefitsiyenti α ni topish mumkin (α_0 – jadvaldan olinadi).

Ishni bajarish tartibi

1. Quruq stakan masasini tarozida tortib, massasini m_1 bilan belgilang.

2. Byuretkada tomchining tomish tezligini shunday tanlash kerakki, uni sanay oladigan bo'lsin.

3. Sirt tarangligi noma'lum suyuqlikdan stakanchaga N – ta tomchi tomizib, uni stakancha bilan birga tortib, massasi m_3 ni aniqlang. Bir tomchi suyuqlik og'irligini quyidagi formula yordamida hisoblang

$$P = \frac{m_3 - m_1}{N} \quad (12)$$

4. Sirt tarangligi ma'lum bo'lgan suyuqlikdan (suvdan) stakanchaga N – ta tomchi tomizib, uni suyuqligi bilan birga tarozida o'lchab, massasi m_2 ni aniqlang. Bu holda bir tomchi suyuqlik og'irligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$P_0 = \frac{m_2 - m_1}{N} \quad (13)$$

5. Termometr yordamida suvning temperaturasi o'lchanib, jadvaldan suvning sirt taranglik koefitsiyenti α_0 – yozib olinadi.

1. (11) va (12) dan P_0 va P larning qiymatlarini (10) formulaga

qo'yib α ni toping. $\alpha = \alpha_0 \frac{P}{P_0} \frac{\partial N}{\partial m}, \frac{N}{m}$ larda hisoblanadi.

2. O'lchash natijalarini quyidagi jadvalda yozing.

1 – jadval

T/r	m_1	m_2	m_3	N	P	P_0	α_0	α	$\alpha_{o'r}$	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha_{o'r}$	$\frac{\Delta\alpha_{o'r}}{\alpha_{o'r}} \cdot 100\%$
1												
2												
3												

Sinov savollari

1. Suyuqlik sirt taranglik ko'effitsiyentining fizik mohiyati nimadan iborat?
2. Sirt taranglik ko'effitsiyenti qanaqa birliklarda o'lchanadi?
3. Suyuqlik sirtining erkin energiyasi deb nimaga aytiladi?
4. Sirt aktiv moddalar deb nimaga aytiladi?
5. Sirt taranglik ko'effitsiyenti temperaturaga qanday bog'liq?

13-§. Laboratoriya ishi № 13. Havoning namligini psixrometr yordamida aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: Namlik haqida ma'lumotlarga ega bo'lish, namlikning ahamiyatini o'rganish va uni amalda o'lchash.

Ish rejasi:

1. Psixrometr va gigrometrlar bilan tanishish.
2. Psixrometr yordamida namlikni o'lchash.
3. Namlikning qishloq xo'jaligida ahamiyati.

Kerakli asbob va materiallar va jihozlar: psixrometr, noksimon rezina koptok, barometr.

Nazariy ma'lumotlar. Hayvonlar gavdasidan suyuqlikning bug'lanish jadalligi havodagi namlik darajasiga bog'liq. Bug'lanish jarayoni hayvon tanasining issiqlikni boshqarish uchun katta ahamiyatga ega. Pilla agrotexnikasiga ko'ra pilla qurti 4 yoshgacha 55%, 5-6 yoshda 60-65% nisbiy namlikni talab qiladi.

O'simlik unib chiqishi, rivojlanishi, hosildorligining oshishi, quyosh radiatsiya bilan birga tuproq va havo namligiga ham bogliqdir. Tuproq namligi o'simliklarni ozuqa sharbati bilan oziqlantiruvchi asosiy faktordir. Havo namligini bilish metereologiyada ob-havoni oldindan aytish uchun katta ahamiyatga ega. Havoga ko'tarilgan suv bug'lari adiabatik jarayon bo'yicha kengayadi va undan bulutlar paydo bo'ladi va yog'ingarchilik yuzaga keladi. Havoning namligi shudring,

qirov, tuman kabi gidrometrologik holatlarning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Shudring o'simliklarni jonlantiradi. Kuzda go'za barglariga tushgan shudring defolyantlarga yaxshi ta'sir qiladi va defolyatsiyani tezlashtiradi. Qirov sovuq tushishini yuzaga keltiradi. Tuman esa havo namligini oshiradi va sovuq tushishining oldini oladi. Kosmik kemalarda havoning temperaturasi va bosimidan odam uchun zarur bo'lgan nisbiy namlik normada bo'lishi kerak 40%-60%. Binobarin havo namligini o'lchash ahamiyatga ega.

Yer sharini o'rab olgan havoning troposfera qismida hamma vaqt atmosfera havosi tarkibida suv bug'larining mavjud bo'lishi yer planetasi sirtidan ko'tarilib suv bug'idan va ularning kondensati yuzaga keladi. Troposferadagi suv bug'larining miqdori va to'yinish darajasi o'zgarib turadi. Havodagi suv bug'larining bo'lishi, ya'ni namligi bir qator kattaliklar bilan xarakterlanadi: absolyut namlik, maksimal namlik, nisbiy namlik va shudring nuqtasini 1 m^3 havodagi grammlar bilan hisoblangan suv bug'larining massasiga absolyut namlik deyiladi. Uni α bilan belgilaymiz va mm.sim.ust. da o'lchanadi.

Ma'lum temperaturada 1 m^3 havoni to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'larining grammlar bilan hisoblangan massasiga maksimal namlik deyiladi. Absolyut namlikning maksimal namlikka nisbati nisbiy namlik (r) deyiladi va odatda foizlarda hisoblanadi.

$$r = \frac{P_a}{P_m} \cdot 100\% \quad (1)$$

Nisbiy namlik havoning suv bug'iga qanchalik to'yinganligini bildiradi. Berilgan temperaturada havoning maksimal namligi bilan nisbiy namligi orasidagi ayirmaga namlik defitsiti deyiladi.

$$D = P_m - P_a \quad (2)$$

$$P_M = D + P_A \quad (3)$$

Havodagi suv bug'larining to'yinishini temperaturasiga yoki kondensatsiyalanish nuqtasiga **shudring nuqtasi** deyiladi.

Havodagi suv bug'lari shudring nuqtasini aniqlash usuli bilan yoki hisoblashlar yo'li bilan aniqlanadi.

Havoning nisbiy namligini psixrometrik usul bilan quyidagicha aniqlash mumkin.

Avgust va astman psixrometrlarining asosiy qismlari bo'lib, ikkita bir xil simobli termometrlar hisoblanadi. Bir xil havo oqimi

ta'sirida bu termometrlarning ko'rsatishlari birday bo'ladi. Agar termometrlardan birining simob sharchasi mato bilan o'rab, doimo ho'llab turilsa termometrlarning ko'rsatishlari bir-biridan farq qiladi.

Quruq termometrtning ko'rsatishiga qaraganda ho'l termometr batistida suvning bug'lanish temperaturasining pasayishiga sabab bo'ladi.

Ho'l va quruq termometrlar ko'rsatishlarning ayirmasi $t_1 - t_2$. Bug'lanish barqaror bo'lganda ho'l termometr ko'rsatishi doimiy bo'ladi va bu paytda atrof-muhitdan keladigan issiqlik miqdori Q_1 , buglanish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori Q_2 ga teng bo'ladi, ya'ni

$$Q_1 = Q_2 \quad (4)$$

temperaturalar farqi katta bo'lganda atrof-muhitdan oqib kelgan issiqlik miqdori Nyuton qonuniga muvofiq aniqlanadi.

$$Q_1 = K(t_1 - t_2)S \cdot Z \quad (5)$$

Dalton qonuniga muvofiq $m = \frac{c \cdot s(P_m - P_a)}{P} \quad (6)$

Bug'lanish issiqligi esa $Q_2 = \lambda m \quad (7)$

bunda p_a – havoning absolyut namligi, p_m -havoning maksimal namligi, p - atmosfera bosimi, λ – suvning solishtirma bug'lanish issiqligi. (6) ifodani (7) ga qo'yib (1) ni e'tiborga olsak, absolyut namlik:

$$P_A = P_M - A(t_2 - t_1)P \quad (8)$$

bunda $A = \frac{K}{\lambda C}$ kattalik psixrometr doimiysi deyiladi. A – ning bir necha empirik qiymatlarini keltiramiz: harakatsiz uy havosida $A = 0,0012$, havosi biroz harakatda bo'lgan joy uchun $A = 0,061$, shamol tezligi 2-3,5 m/s bo'lganda $A = 0,000662$.

Aspiratorli psixrometr tuzilishi. Bu psixrometr bir xil quruq va ho'l termometrlardan iborat. Termometrlarning simobli sharchalari tashqi sirti yaltiroq bolgan nay ichiga kiritilgan. Tashqaridan 2,5 m/s tezlik bilan tortilgan havo termometr sharchalari orqali o'tadi. Termometrtning batist lattasi maxsus (C) noksimon rezina koptokning D pipetkasi yordamida ho'llanadi. Batistni ho'llash uchun psixrometr naychasi ichiga sekin kirgiziladi va ortiqcha suv koptokka qaytib tushishi unchun koptokning qisqichi ochiladi. Ikkinchi termometr va psixrometr naychasining ichki devori ho'l bo'lmasligi uchun extiyotlik

bilan ish ko'rish zarur.

Ishni bajarish tartibi

1. Noksimon rezina koptok yordamida psixrometrdagi batist ho'llanadi.

2. Ventilyator kaliti buralib ishga tushiriladi va ikkala termometrlar ko'rsatishi kuzatiladi. Simob sathi qaror topgandan 5 minut o'tgach, termometrlarining ko'rsatishi yozib olinadi. Bu paytda ventilyator ishlab turishi kerak.

3. Ho'l termometrning ko'rsatishiga qarab , to'yingan suv bug'uning P_m bosimi jadvaldan yozib olnadi.

4. Atmosfera bosimi P barometr (aneroid) ko'rsatishidan aniqlanadi.

5. Absolyut namlik $P_a(5)$ formuladan hisoblanadi. Havoning nisbiy namligi (1) formula asosida aniqlanadi.

6. Psixrometrik jadvaldan havoning nisbiy namligi yozib olinadi.

7. Tajriba asosida olingan va hisoblangan natijalab quyidagi jadvalga yoziladi.

8. Nisbiy namlik r kamida uch marta o'chanib va aniqlanib o'rtacha qiymati topiladi. Bular orqali absolyut va nisbiy namliklar xatoliklari hisoblanadi.

1-jadval

№ T/r	t_1	t_2	P_m	P	P_0	r_{kaz}	r_{taj}
1							
2							
3							

Sinov savollari

1. Absolyut, maksimal va nisbiy namliklar deb nimaga aytiladi?
2. Shudring nuqtasi nima?
3. Bug'lanish va to'yingan bug' hosil qilish hodisalarini tushuntiring.
4. Nima uchun bug'lanish paytida sovush jarayoni yuz beradi $t_2 - t_1$ farqi qachon katta bo'ladi?
5. Psixrometrlar va gigrometrlarda namlikni o'lchash tartibini tushuntiring.

14-§. Laboratoriya ishi № 14. Aralashtirish yo‘li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash

Ish rejasi:

1. Tajriba qurulmasini tayyorlash.
2. Solishtirma issiqlik sig‘imlari aniqlanadigan jismlar to‘plamini aniqlash.
3. Jismlar solishtirma issiqlik sig‘imlarini aniqlash.
4. Solishtirma issiqlik sig‘imni bilishning qishloq xo‘jaligida ahamiyatini anglash.

Mashg‘ulotning maqsadi: Solishtirma issiqlik sig‘imi haqida tushunchaga ega bo‘lish, uni amalda aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: Kolorimetr, tekshiriladigan jismlar, elektron tarozi, termometr, elektroplitka, menzurka.

Nazariy ma’lumotlar. Jismning issiqlik holati uning molekulalari xaotik issiqlik harakati jadalligi bilan xarakterlanadi. Bu harakat jadalligi o‘zgarganda jismning ichki energiyasi va uning issiqlik holati o‘zgaradi. Bundan 200 yil muqaddam M.V. Lomonosov o‘zining “Issiqlik va sovuqlikning sababi haqida fikrlar” degan asarida issiqlik materiya ichki harakatidan iborat bo‘lib, materiyaning sezilmaydigan zarralari (molekulalari) o‘rni o‘zgarishidan iborat deb yozgan edi. Issiqlik holatlari turlicha bo‘lgan ikkita jism olaylik. Birinchi jismda molekulalarning xaotik harakati ikkinchi jismdagi molekulalarning xaotik harakatidan jadalroq bo‘lsin. Bu jismlarni bir-biriga tegizamiz, ya’ni issiqlik kontakti holatiga keltiramiz. Bu holda jismning molekulalari jismlarning tegish chegarasida ikkinchi jism molekulalariga urilib, ular issiqlik harakati jadalligini oshiradi. Natijada jismlarning issiqlik holatlari o‘zgaradi: birinchi jismning ichki energiyasi kamayadi, ikkinchi jismning ichki energiyasi esa ortadi. Birinchi jismning ikkinchi jismga issiqlik kontaktida bergan ichki energiyasi miqdori bergan issiqlik miqdori deyiladi. Jismning issiqlik xarakteristikasi sifatida temperatura tushunchasi kiritilgan: temperatura jism molekulalari xaotik harakati jadalligini miqdoriy ifodalovchi fizik kattalikdir.

Jismda molekulalarning issiqlik harakati qanchalik jadal bo‘lsa, uning temperaturasi Shunchalik yuqori bo‘ladi. Bizning misolimizda birinchi jismning temperaturasi ikkinchi jism temperaturasidan yuqori

edi. Hozir biz ishlaydigan usul issiq va sovuq moddalar o‘zaro aralashganda ular o‘rtasida issiqlik almashinuviga asoslangandir. Agar qattiq jism massasi M , jismni isitgandan keyingi temperaturasi T bo‘lsa, uni kolorimetr ichiga tushirganda quyidagi formula bilan aniqlanuvchi issiqlik miqdorini yutadi.

$$Q = Mc(T - \Theta) \quad (3)$$

bu yerda aralashma temperaturasi θ harfi bilan belgilangan. Shu issiqlik miqdorini kolorimetr ichidagi suv qabul qilib oladi va mos ravishda quyidagilarni yozish mumkin.

$$Q_1 = m_1 c_1 (\Theta - t) \quad (4)$$

$$Q_2 = m_2 c (\Theta - t) \quad (5)$$

bu yerda Q – kolorimetr olgan issiqlik miqdori, Q_2 – suvning qabul qilgan issiqlik miqdori, m_1 – kolorimetr massasi, m_2 – suvning massasi, t – suvning boshlang‘ich temperaturasi, C_1 va C_2 lar kolorimetr va suvning solishtirma issiqlik sig‘imlari.

Yuqorida aytilganlarga binoan, issiqlik balansi tenglamasini yozish mumkin:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (6)$$

$$Mc(T - \Theta) = m_1 c_1 (\Theta - t) + m_2 c_2 (\Theta - t) \quad (7)$$

$$Mc(T - \Theta) = (m_1 c_1 + m_2 c_2)(\Theta - t) \quad (8)$$

Bu formuladan tekshiralayotgan qattiq jismning solishtirma issiqlik sig‘imi C ni aniqlash mumkin

$$c = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(\Theta - t)}{M(T - \Theta)} \quad (9)$$

$$c_1 = 0,21 \frac{\text{kal}}{\text{g} \cdot \text{grad}};$$

$$c_2 = 1 \frac{\text{kal}}{\text{g} \cdot \text{grad}}$$

Ishni bajarish tartibi

1. Elektroplitka tokka ulanib, unga suv solingan idish qo‘yiladi. Bo‘sh kolorimetr massasi (m_1) tarozida tortilib aniqlanadi.

2. Menzurka yoki o‘lchov stakani bilan $m_2=100\text{gr}$ suv o‘lchab olinadi va kolorimetr ichiga solinadi.

3. Termometr yordamida kolorimetr ichidagi sovuq suv temperaturasi o'lchanadi.
4. Tekshirish kerak bo'lgan qattiq jism massasi tarozida o'lchanib, elektroplitka ustidagi issiq suvga solinadi.
5. Stakandagi suv qaynaganda uning temperaturasi (T) (bu temperatura jism temperaturasi teng bo'ladi) o'lchab olinadi va bu qattiq jism tezda kolorimetrga tushiriladi va aralashtiriladi. Shundan keyin aralashma temperaturasi o'lchab olinadi.
6. Olingan qiymatlar (9) formulaga qo'yilib, qattiq jismning solishtirma issiqlik sig'imi (c) aniqlanadi.
7. Tajriba yuqorida aytilganidek kolorimetr ichiga 125,150 gr suv solingan holda takrorlanadi.
8. Qolgan qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'implari ham Shu usulda aniqlanadi va olingan natijalar jadvalga yoziladi.
9. Har bir qattiq jism uchun issiqlik sig'imining o'rtacha qiymati aniqlanadi.

1-jadval

Teksh. jismlar	№	m_1	m_2	t	Θ	M	T	C	$c_{o'r}$	Δc	$\Delta c_{o'r}$	$\frac{\Delta c_{o'r}}{c_{o'r}} \cdot 100\%$
1-jism	1											
2-jism	2											
3-jism	3											

Sinov savollari

1. Temperatura nima va u qanday o'lchanadi?
2. Issiqlik miqdori deb nimaga aytiladi va uning o'lchov birliklari nimaga teng?
3. Issiqlik sig'imi va solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
4. Issiqlik tenglamasining fizik mohiyati nimadan iborat?
5. Termodinamika qonunlarini tushuntiring?
6. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

15-§. Laboratoriya ishi № 15. Elektr zanjiri elementlarini o'rganish

Mashg'ulotning maqsadi: zanjir elementlari, reostatlar, tok manbalari, kondensatorlar, induktiv g'altaklar, zanjirlar bilan tanishish.

Ish rejasi:

1. Turli xil zanjir elementlari to'plami.
2. Zanjir elementlari chizmalarini chizish.
3. Bazi zanjir elementlarini qurilmasini tayyorlash.

Laboratoriya darslarida qo'llaniladigan elektr zanjirlari quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan.

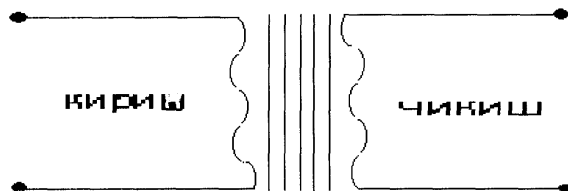
1. Elektr yurituvchi kuch manbai (tok manbai)
2. Elektr zanjiri ish rejimini boshqaruvchi asboblari.
3. Zanjirning ish rejimini o'lchovchi asboblari.
4. Ulash simlari.

1. Elektr yurituvchi kuch (EYUK) manbai (tok manbai) boshqa tur energiyalarini elektr toki energiyasiga aylantiruvchi qurilmadir. Laboratoriya darslarida o'zgarmas tok hamda o'zgaruvchan tok manbalari ishlatiladi. O'zgarmas tok manbai sifatida ko'p hollarda kimyoviy manbalar va to'g'rilagichlar ishlatiladi. Tokning kimyoviy manbalarida kimyoviy reaksiya energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Kimyoviy tok manbalari bir marta ishlatiladigan galvanik elementlar va ko'p marta ishlatiladigan (akkumulyatorlar) turlarga bo'linadi. Kimyoviy tok manbalari quyidagi elektr xarakteristikalariga ega. Elektr yurituvchi kuch (EYUK) - bu tok manbai uchlaridagi potensiyalar farqini ifodalaydi. EYUK elektrolit va elektrodlar materiallarining kimyoviy xossalari bilan baholanadi. Sig'im - ma'lum sharoitda yuklanish (nagruzka) qarshiligi, temperatura, razryad oxiridagi kuchlanish elementining razryad paytida bergan elektr miqdori bilan baholanadi. Elektr sig'imi maksimal bo'lgandagi tok. Elementning saqlanish - bu elementning ko'rsatkichlari tenglik shartlaridan chetlashmaydigan vaqt bilan xarakterlanadi. Galvanik elementlar - o'rtasida biror - bir tuz eritmasi, kislorod yoki ishqordan iborat elektrolit bilan to'ldirilgan ikkita elektroddan tashkil topgan sistemadir. Musbat elektrod ko'mirdan yoki simob oksididan, manfiy elektrod esa ruxdan yasalgan bo'ladi. Eng ko'p tarqalgan elementlardan elektrolit sifatidan nashatirning xlorli, ruxli aralashmasi qo'llaniladi va ularga quyuqlashtirish uchun bug'doy yoki kartoshka uni qo'shiladi. Galvanik element ishi vaqtida elektrokimyoviy sistemada qaytmas

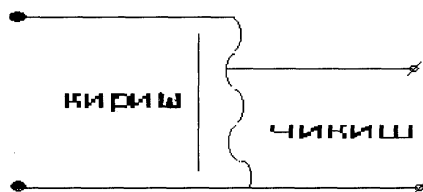
o'zgarishlar yuz beradi. Ko'plab galvanik elementlari elektr yurituvchi kuchi 0,85 V dan 2,2 V gacha oraliqda bo'ladi.

Akkumulyator deb tashqi tok manbaidan elektr energiyasini olib, uni ma'lum vaqt davomida yana zanjirga qaytara oladigan asbobga aytiladi. Akkumulyator bir-biridan ajratilgan musbat va manfiy plastinkalardan tuzilgan va ular orasida elektrolit bilan to'ldirilgan qurilmadan iboratdir. Agar tashqi tok manbaidan akkumulyator orqali o'zgaras tok o'tkazilsa, masalan (to'g'rilagichdan), bu tok ta'sirida plastinka kimyoviy tarkibi o'zgaradi. Elektr tokini akkumulyator orqali o'tkazgichdan elektr energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi yuz beradi. Plastinkalar kimyoviy tarkibining o'zgarishi natijasida ular orasida potentsiallar farqi yuzaga keladi va akkumulyator tashqi tok manbaidan uzilgandan so'ng ham saqlanib qoladi. Razryad vaqtida akkumulyator tomonidan to'plangan kimyoviy energiya qaytadan elektr energiyasiga aylanadi. Galvanik elementlarga qaraganda akkumulyatorlar ancha katta ishlash davriga, kuchlanishning uzoq vaqt bir xilda saqlanishiga, kuchli razryad toklari hosil qilish qobiliyatiga egadir. Akkumulyatorlar ikkita asosiy guruxga bo'linadi: kislotali va ishqorli. Kislotali akkumulyatorlar ishqorli akkumulyatorga qaraganda ancha katta og'irlikka ega, lekin birlik og'irlikka to'g'ri keladigan sig'mi ham ancha kattadir. Kislotali akkumulyatorlar avtomobillar elektr asboblari ta'minlash uchun keng qo'llaniladi. Ishqorli akkumulyatorlar kislotalilarga qaraganda ancha mustahkam bo'lib, uzoq vaqt ishlatilish xususiyatiga ega va ularni asrash ham ancha oson. Kislotali akkumulyatorlar 200 - 500 davrga ishqorlilar esa 1000 - 3000 davrgacha xizmat qilish imkoniyatiga egadirlar.

Galvanik batareya va akkumulyatorlar sxemalarida quyidagicha belgilanadi. To'g'rilagichlar tarmoqdan kelayotgan o'zgaruvchan elektr tokini o'zgaras tokka aylantirib beradigan asboblardir. To'g'rilagichning asosiy qismi bo'lib bir tomonlama o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli yoki elektrovakuumli diodlar hisoblanadi. To'g'rilagichlar eng katta mumkin bo'lgan to'g'rilash toki bilan xarakterlanadi. O'zgaruvchan tok tarmoqdan kelayotgan 220 V kuchlanish hisoblanadi. U sxemada “~” belgi bilan ko'rsatiladi. Agar ish jarayonida tarmoqdan kelayotgan kuchlanishdan katta yoki kichik bo'lgan kuchlanish talab etilsa, u holda transformator va avtotransformatorlardan foydalaniladi. Transformatorning shartli belgisi quyidagidan iborat.

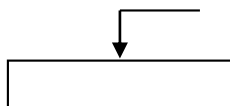


Avtotransformator esa



Transformator va avtotransformatorlarda turli chiqish kuchlanishlar ikkilamchi o'ramlar sonini o'zgartirish yo'li bilan hosil qilinadi. Transformatorlar yuklanishining (nagruzkasining) mumkin bo'lgan maksimal quvvati birlamchi o'ramlarining normal kuchlanishi va chiqish kuchlanishining o'lchanish chegarasi kattaliklari bilan xarakterlanadi. Masalan, labarotoriya avtotransformatorlari (LATR-9) quyidagi kattaliklarga ega. Maksimal yuklanish(nagruzka) toki – 9A, birlamchi o'ramlardagi normal kuchlanish - 220 V, chiqish kuchlanishini o'zgartirish chegarasi 0-240V asbobning ishdan chiqishini saqlash uchun to'g'rilagich va transformatorlarni berilgan to'g'rilagich va transformatorlar uchun toki maksimal mumkin bo'lgan tokdan katta bo'lgan tarmoqqa ulash mumkin emas.

2.Elektr zanjirini ish rejimini boshqaruvchi asboblari. Elektr zanjir ishini boshqarishda reostat, qarshiliklar magazini, kommutatorlar va kalitlar ishlatiladi. Zanjirning qarshiligini uzluksiz asta-sekin o'zgartirish uchun surgichli reostatlar ishlatiladi. Asbobning o'zida uning maksimal qarshiligi va maksimal mumkin bo'lgan tok manbaiga ulashdan oldin reostat maksimal qarshilikka qo'yilishi kerak. Reostatning shartli belgisi quyidagicha bo'ladi:



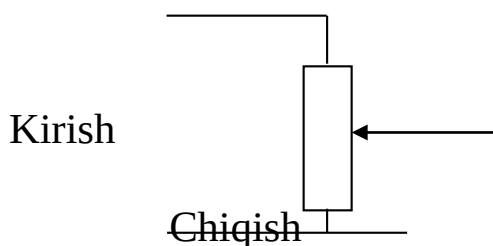
Qarshiliklar magazini qarshiliklari aniq tanlab olingan g'altaklar to'plamidan iborat. Ular kombinatsiyasi zanjiriga berilgan qarshilikni ulashda imkon beradi. Magazinlar shtepselli va richagli bo'ladi. Shtepselli magazinlarda kerak bo'lgan qarshilik mos holdagi shtepsellarni olish bilan o'rnatilsa, richagli magazinlardan ruchkalarni (richagni) burash bilan o'rnatiladi. Hisoblash dekadalar qarshisida

turgan sonlar bilan mos holdagi ko'paytuvchilarga ko'paytirilib, umumiy yig'indi olinadi.

Masalan: KSM - 6 magazinida ko'paytuvchisi "1000" bo'lgan ruchka 7 da "100" ruchka 3 da "10" ruchka 5 da "1" ruchka 8 da va "0,1" ruchka 6 da bo'lsa u holda asbobning umumiy qarshiligi.

$$R=7*1000+3*100+5*10+8,1+6*0,1=7358,6 \text{ om.}$$

Surgichli reostatlar o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida kuchlanishni boshqarish uchun ishlatilishi mumkin. Bu holda kuchlanish reostatning eng chetki klemmalariga, ya'ni to'la qarshilikka ulanadi. Yuklanish(nagruzka) surgichli reostatning biror bir chetki qismidan olinadi .



Potensiometrlar kuchlanishi 240 dan 0 gacha bo'lgan chegarada o'zgartirishga imkon beradi. Kalitlar bir qancha elektr zanjirlarini, tokning yo'nalishini o'zgartirishida ishlatiladi.

3. Zanjir ish rejimini o'lchovchi asboblari. Hozirgi vaqtda qo'llanilishiga va tuzilishiga ko'ra turlicha bo'lgan elektr o'lchov asboblari qo'llanilmoqda va yasalmogda. Elektr o'lchov asboblari o'lchanayotgan kattalik bilan uning birlik o'lchamini taqqoslaydi. Bu taqqoslash qanday usul bilan amalga oshirilishiga qarab barcha asboblari ikki turga bo'linadi: to'g'ridan - to'g'ri baholovchi va takrorlash asboblari bo'linadi. To'g'ridan - to'g'ri baholovchi asboblarda birlik o'lchami bilan taqqoslash asbobni darajalash yo'li bilan amalga oshirilib, kattaliklar darajalangan shkaladan hisoblab olinadi. Taqqoslash asboblaridan o'lchanadigan kattaliklar o'lchami bilan to'g'ridan - to'g'ri taqqoslanadi. Bu tur asboblari hamma kombinatsion va ko'priki asboblari kiradi.

To'g'ridan - to'g'ri baholovchi asboblari o'lchanadigan kattaliklarga qarab ampermetrlarga, voltmetrlarga, ommetrlarga va boshqa turlarga bo'linadi. Ishlatiladigan tok turiga qarab o'zgarmas, o'zgaruvchan va ikkala tokka ham mo'ljallangan asboblarga bo'linadi.

Ishlash prinsipiga ko'ra to'g'ridan - to'g'ri baholash asboblari 4 ga bo'linadi:

1. Elektromexanik – o‘lchanadigan elektr toki bilan bog‘liq bo‘lgan energiya asbobning siljuvchi qismining mexanik harakatiga uzatiladi (magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamika, elektrostatik, induksion).
2. Elektr issiqlik - bularda tokning issiqlik ta’siri qo‘llaniladi.
3. Elektrokimyoviy - bular tokning kimyoviy ta’siriga asoslangan.
4. Elektron - bular elektron nurli trubkalarda hosil bo‘ladigan elektron dastalarida qo‘llaniladi, (katod voltmetrlari va elektron ossillograflar) elektr o‘lchov asboblarining umumiy xaraktrestikasi: o‘lchanadigan kattalik sezgirliigi deb ko‘rsatgichning (strelkaning) chiziqli va burchak siljishi φ ning bu siljishni hosil qiluvchi o‘lchanadigan kattalik dx ning qiymatiga nisbatiga aytiladi:

$$S = \frac{d\varphi}{dx}$$

Bo‘lim qiymati sezgirlikka teskari bo‘lgan kattalikka aytiladi $C = \frac{1}{S}$ C - o‘lchanadigan kattalikni ko‘rsatgichni bir bo‘limga siljitish uchun kerak bo‘lgan qiymatini aniqlaydi. Masalan, M - 45 asbobni olsak, unda 0-150 V kuchlanishni o‘lchash mumkin. Bu asbob shkalasi 75 bo‘lakka bo‘lingandir. Bu asbob sezgirliigi.

$$S = \frac{d\varphi}{dU} = \frac{75}{150} = 0.5 \frac{\text{bo'l}}{B} \text{ ga teng.}$$

Bu asbob bo‘limining qiymati $s = \frac{1}{S} = 2 \frac{B}{\text{bo'l}}$ ga teng.

Hamma asboblar ma’lum xatolik bilan o‘lchaydi. Shu sababli hamma asboblarning eng muhim xarakteriskalaridan biri o‘lchash xatoligidir, ya’ni ularda o‘lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatiga qanchalik yaqinligini ko‘rsatadigan xossasidir. O‘lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati deb etalon asbob bilan o‘lchanadigan qiymatiga aytiladi. Agar o‘lchanadigan kattalik qiymatini α bilan, asbob ko‘rsatishini α_x bilan belgilab olsak u holda asbobning absolyut xatoligi deb

$$\Delta\alpha = \alpha_x - \alpha$$

ayirmaga aytiladi, nisbiy xatolik deb quyidagi nisbatga aytiladi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} 100\% = \frac{a_1 - a}{a} 100\%$$

Keltirilgan xatoligi deb esa quyidagi nisbatga aytiladi;

$$\varepsilon_{kel} = \frac{\Delta a}{a_m} 100\% = \frac{a_1 - a}{a_m} 100\%$$

bunda α_m – asbob shkalasining oxirgi (chegara) qiymati. Davlat standartlarida ko‘p hollarda keltirilgan xatoliklar beriladi. GOST 1845–59 asosan elektr o‘lchov asboblari aniqlik darajasiga binoan 8 sinfga bo‘linadi: 0,05; 0,1; 0,2; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; aniqlik darajasiga keltirilgan xatolikning foizlarda ifodalangan qiymati bilan ifodalanadi, asbobning absolyut xatoligi asbob ko‘rsatishining α_m qiymatiga va aniqlik darajasi kattaligiga qarab hisoblanadi:

$$\Delta a = \frac{\varepsilon_{kel} a_m}{100\%}$$

Masalan, aniqlik darajasi 1,5 bo‘lgan ampermetr 10A tokni o‘lchashga mo‘ljallangan bo‘lsa uning o‘lchanadigan absolyut xatoligi:

$$\Delta I = \frac{\varepsilon_{rtk} I_m}{100\%} = \frac{1,5 \cdot 10A}{100} = 0,15A$$

Absolyut xatolik asbobning butun shkalasi bo‘ylab bir xil bo‘lsa nisbiy xatolik o‘lchanadigan kattalikning kamayib borishi bilan oshib boradi. Masalan, yuqorida keltirilgan ampermetr uchun $I_1=7A$ tokni o‘lchashda nisbiy xatolik quyidagiga teng bo‘ladi.

$$\varepsilon_I = \frac{\Delta I}{I_1} 100\% = \frac{0,15A}{7A} 100\% = 2,1\%$$

$I_2=3A$ tokni o‘lchash uchun esa

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta I}{I_2} 100\% = \frac{0,15A}{3A} 100\% = 5\%$$

Aniq o‘lchashlar paytida o‘lchanadigan kattalik asbobning ikkinchi qismiga to‘g‘ri keladigan asboblardan foydalanish kerak (taxminan o‘lchanadigan kattalikning 70 - 80% ga mos kelsin), bu esa nisbiy xatolikning uncha katta bo‘lmasligiga olib keladi. Ko‘p hollarda texnik o‘lchash uchun aniqlik darajasi 1,0-4,0 bo‘lgan asboblari qo‘llaniladi. Aniqligi 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; bo‘lgan asboblari laboratoriyalardagi o‘lchashlarda ishlatiladi. Elektr o‘lchov asboblari shkalalarida asbob turi, o‘lchov birligi, aniqlik darajasi, uning sistemasi, tokning turi, asbobning ish holati, uning korpusi va tok o‘tkazuvchi qismlari orasidagi izolyasiyani tekshirish uchun zarur

bo'lgan kuchlanish kattaligi, chastotasi, chiqish yili, seriyasi va nomeri ko'rsatilgan bo'ladi. Elektr o'lchov asboblarning shkalalaridagi shartli belgilar 1-jadvalda keltirilgan. Bitta asbob bilan turli qiymatga ega bo'lgan kattaliklarni o'lchash uchun ba'zi asboblarning ko'p shkalali qilib yasaladi. Voltmetrlar uchun qo'shimcha qarshiliklar yordamida amalga oshiriladi. O'lchash diapazonini o'zgartirish uchun ba'zi asboblarda turli klemmalarga o'lchashga imkon beruvchi kalitlar yoki pereklyuchatillar qo'llaniladi. Ko'p shkalali asboblarning bilan ishlashda o'lchash diapazoni o'zgarganda shkalaning o'lchov bo'limi ham o'zgarish koeffitsiyenti orqali amalga oshirilishi mumkin. Uni o'lchash shkalasining α_m oxirgi qiymatini shkaladagi n bo'limlar soniga bo'lish bilan aniqlaniladi.

$$K = \frac{a_m}{n}$$

U holda, agar asbob ko'rsatkichi n_1 bo'limga og'gan bo'lsa, u holda α_1

kuchlanishni 0 dan 3V, 0 dan 15V, 0 dan 150V o'lchash diapazonlariga va 75 bo'limli shkalaga ega bo'lsin. Agarda asbob 0 dan 3V bo'lgan diapazonga ulangan bo'lsa, u holda bu diapazonning o'tkazish koeffitsiyenti.

$$K_1 = \frac{3}{75} = 0.04$$

U holda, bu diapazonda asbob strelkasi $n_1=40$ bo'limlarga og'adi va kuchlanish $U = K \cdot n_1 = 0,04 \cdot 40 = 1,6V$ ga teng bo'ladi. o'lchanadigan kattalik quyidagiga teng bo'ladi.

Elektr o'lchov asboblari yoziladigan shartli belgilar

Nomi	Shartli belgisi
O'lchov birliklarining belgisi	
Amper	A
Milliamper	mA
Mikroamper	μA
Volt	V
Millivolt	mV
Kilovolt	kV
Vatt	W
Kilovatt	kW
Om	Ω
KiloOm	k Ω
MegaOm	M Ω

Ishni bajarish tartibi

1. Asbob bilan tanishing. Asbob shkalasidan aniqlik darajasini, sezgirlikni va bo'lim qiymatini aniqlang.
2. Quyidagi sxema bo'yicha elektr zanjirini tuzing.
3. Reostat surgichini o'lchashlar olib boring. Kuchlanish va tok kuchini shkalaning turli qismlarida: boshida, o'rtasida va oxirida o'lchang.
4. Ko'rsatkichning har bir holati uchun xatolarni hisoblang.
5. Radioelementlarning ishga yaroqliligini aniqlashni o'rganish va oddiy elektr sxemadagi yaroqsiz elementni izlab topishni bilishdan iborat.

Elektroradioelementlarning ishga yaroqliligini tekshirishning quyidagi oddiy usullari bor:

Doimiy va o'zgaruvchan qarshiliklarni tekshirish uchun qo'yidagilarni bajarish kerak: Tashqi ko'zdan kechirish, o'zgaruvchan rezistorning harakatlanuvchi mexanizmi va uning qismlari holatini tekshirish, belgisi va o'lchamlari bo'yicha qarshilikning normal qiymatini aniqlash, ruxsat etilgan tarqatma quvvatini, aniqlik sinfini va ommetr bilan qarshilikning haqiqiy qiymatini o'lchash hamda nominaldan og'ishini aniqlash, o'zgaruvchan rezistorlarda sirg'aluvchan qismi harakatlantirilganda qarshilikning bir tekis o'zgarishini baholash.

Barcha tipli kondensatorlarni tekshirish. Elektr yaroqsizligiga quyidagilar kiradi: kondensatorning elektr teshilishi; plastinalarining qisqa tutashuvi, dielektrikning eskirishi hisobiga nominal sig'imning ruxsat etilgan qiymatlaridan ham katta qiymatga o'zgarishi; kondensator ichiga suv kirishi, o'ta qizib ketishi, deformasiyalar; izolyasiyasining buzilishi sababli sizib o'tish tokining oshishi.

Elektrolitik kodensatorlarda, to'liq yoki qisman sig'imning yuqolishi, elektrolitning qurishi natijasida yuzaga keladi.

Agar tashqi ko'zdan kechirishda mexanik shikastlanishlar aniqlanmasa, elektr tekshirish o'tkaziladi. U quyidagilarni o'z ichiga oladi:

qisqa tutashuvni tekshirish, oyoqlarining butunligini tekshirish, izolyasiya qarshiligini tekshirish va sig'imni o'lchash.

Sig'im $E12-1A$ asbobi bilan o'lchanadi, agar bunday asbob yo'q bo'lsa, boshqa usullardan, masalan quyidagilardan foydalanish

mumkin: katta sig'imli kondensatorlar (sig'imi 1mkf va undan yuqori) ommetr yordamida tekshiriladi. Bunda kondensator oyoqlariga ulangan ommetr strelkasi, agar kondensator yaroqli bo'lsa asta-sekin o'z boshlang'ich holatiga qaytadi. Agar sizib o'tish toki katta bo'lsa, asbobning strelkasi boshlang'ich xolatiga qaytmaydi.

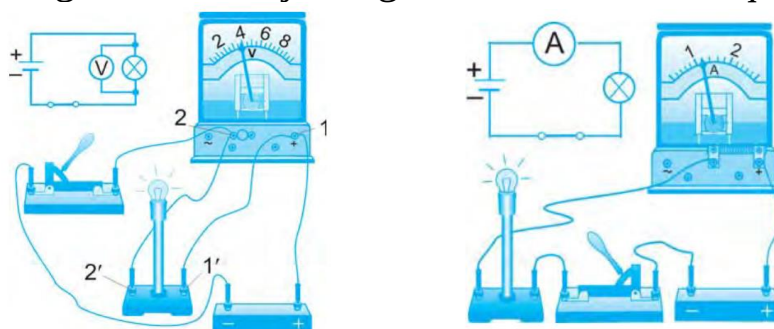
O'rta sig'imli kondensatorlar (500 pf dan 1mkF gacha), kondensator oyoqlariga ketma-ket ulangan telefon va tok manbasi yordamida tekshiriladi. Kondensator yaroqli bo'lsa, zanjir ulangan onda, telefonda tiqqillash eshitiladi.

Kichik sig'imli kondensatorlar (500nf gacha), yuqori chastota toklari zanjirlarida tekshiriladi. Kondensator antenna va qabul qilgich orasiga ulanadi. Agar qabul qilgich balandligi kamaymasa, demak kondensator oyoqlarida uzilish yo'q.

Induktivlik g'altaklarini tekshirish. Tashqi ko'zdan kechirishda karkasning, ekranning, oyoqlarining buzilmaganligiga, g'altakning barcha detallari bir-biri bilan ishonchli bog'langanligiga, simlarning ko'zga ko'rib turgan uzilishlari, qisqa tutashuvlar yo'qligiga izolyasiya qoplamalarining buzilmaganligiga ishonch hosil qilinadi.

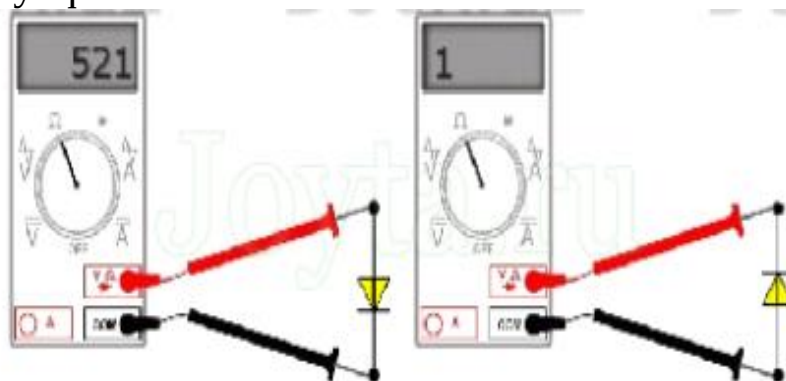
Izolyasiyaning, karkasning kuygan, qoraygan joylariga jiddiy e'tibor beriladi.

Induktivlik g'altaklarini elektr tekshirish - uzilishiga tekshiruv, qisqa tutashgan o'ramlarni va g'altaklarning holatini aniqlashdan iborat. Uzilishga tekshirish ommetr yordamida bajariladi. Qarshilikning katta bo'lishi uzilish yoki bir necha simlarida yomon kontakt borligini anglatadi. Qarshilikning kichik bo'lishi simlar aro qisqa tutashuv borligini ko'rsatadi. Oyoqlar qisqa tutashuvida qarshilik nolga teng bo'ladi. G'altakning nosozliklarini aniqroq nomoyon qilish uchun induktivlik o'lchanadi. G'altakning ishga yaroqliligini oldindan soz bo'lgan va uning uchun mo'ljallangan asbobda ham aniqlash mumkin.



Yarim o'tkazgichli diodlar yaroqliligini tekshirish. Yarim

oʻtkazgichli diodlarni tekshirish uchun ularning toʻgʻri R_t va teskari R_{tes} qarshiliklari oʻlchanadi. R_{tes} / R_t nisbat qanchalik katta boʻlsa, diodning sifati shunchalik yuqori boʻladi.

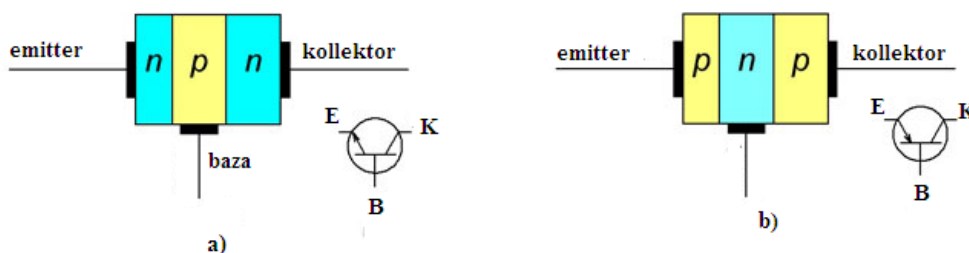


1-rasm. Diodni tekshirish

Tranzistorlarni (yarim oʻtkazgichli trodlar) tekshirish

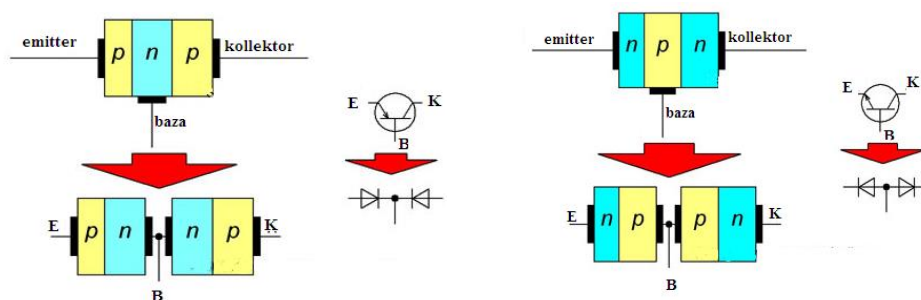
Tranzistor – zamonaviy elektronikadagi eng muhim yarim oʻtkazgichli asboddur. Bipolyar tranzistorning ulanish oyoqlari emitter, baza va kollektor deb ataladi. Tranzistordagi tok ham, elektronlar ham kovaklar hissasidan iborat boʻladi. Tranzistor oʻtkazuvchanligi har xil boʻlgan uch sohadan tashkil topadi. Bu sohalarning joylashish tartibiga koʻra *n-p-n* va *p-n-p* tipli tranzistorlar mavjud. Bunda oʻrta soha baza deb atalib, soha tor yasaladi, bu sohaga tushgan zaryad tashuvchi u yoki bu soha chegarasiga yetib bora olishi zarur boʻladi.

Bipolyar tranzistor signallarni kuchaytirish va tok oʻtishini kalit sifatida bohqarishga moʻljallangan. Tranzistor ikkita p-n oʻtishda tuzilgan boʻlib, oʻrtadagi umumiy sohasi baza, qoʻlgan chetki ikki sohasi kollektor va emitter deb ataladi. Tranzistorlarni zanjirga ulashdan oldin ular doimo tekshirilishi zarur. Biz quyida tranzistorlarni qanday tekshirishi oʻrganamiz.



2-rasm. Tranzistorning tuzilish tamoyili a) n-p-n strukturali b) p-n-p strukturali

tranzistordagi ikkita p-n o'tishni bir-biriga bir qutbli tomonlari bilan ulangan ikkita diod deb qarash mumkin.



3-rasm. Tranzistorni bir-biriga bir qutbli tomonlari bilan ulangan ikkita diod deb qarash

Tranzistorlarni ikkita diod deb tasavvur qilgan ekanmiz, endi bu diodlarni tekshirib ko'ramiz. Dastlab n-p-n tranzisroni tekshirib ko'ramiz. Demak, tranzistor bazasi p-tipli kollektor va emitter n-tipli. Multimetrni diodlarni tekshirish rejimiga qo'yamiz.

o'tishdagi kuchlanishlar tushuvini millivoltlarda ko'rsatadi.

K

u

c

h

l

a

n

i

s

h

l

a

Keyin baza-kollektor o'tishini tekshiramiz. Buning uchun qizil

shupni bazaga ulaymiz, qorasini esa kolektorga qo'yamiz va bunda

asbob bu o'tishdagi kuchlanishlar tushuvini ko'rsatadi.

t

u

s

h

u

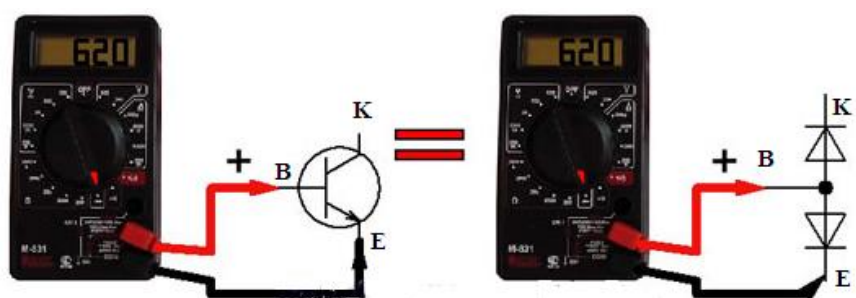
v

i

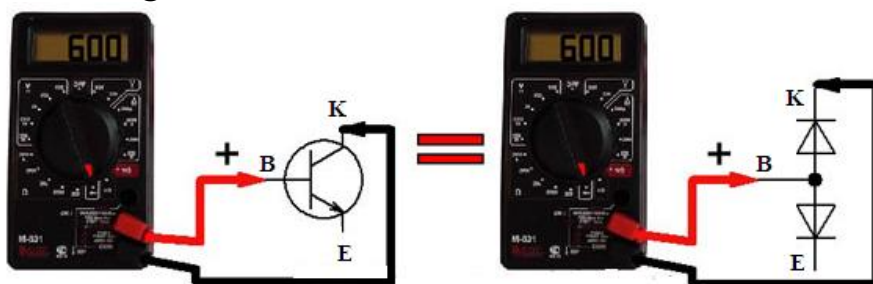
k

r

e



Keyin baza-kollektor o'tishini tekshiramiz. Buning uchun qizil shupni bazaga ulaymiz, qorasini esa kolektorga qo'yamiz va bunda asbob bu o'tishdagi kuchlanishlar tushuvini ko'rsatadi.



Bu yerda shuni aytib o'tishimiz zarurki, baza-kollektor o'tishidagi baza-emitter o'tishidagi kuchlanishlar tushuvidan hamisha kichik bo'ladi. Buni baza-kollektor o'tishining qarshiligi doimo baza-emitter o'tishi qarshiligidan kichik bo'lishi bilan tushuntirish mumkin. Chunki llektor yuzasi doimo emitter yuzasidan katta bo'ladi. Shu xususiyati tranzistor oyoqlari nomini ma'lumotnomasiz ham aniqlash mumkin.

Endi multimetрни teskari qutblari bilan ulaymiz. Bunda multimetr «1» ni ko'rsatadi, bu esa qarshiligi cheksiz katta ekanligini bildiradi.

Q

o
r
a

s
h
p

n

t
r
a
n
z
i
s
t

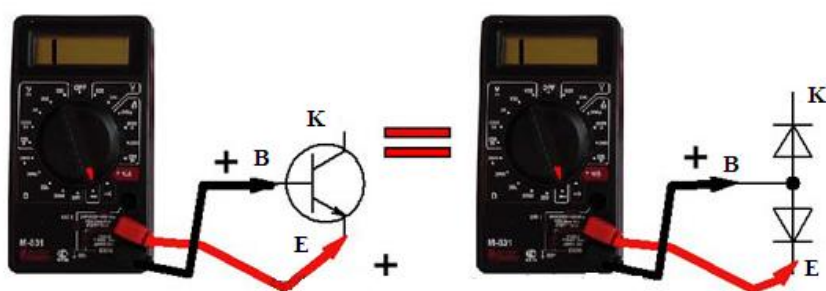
M

h

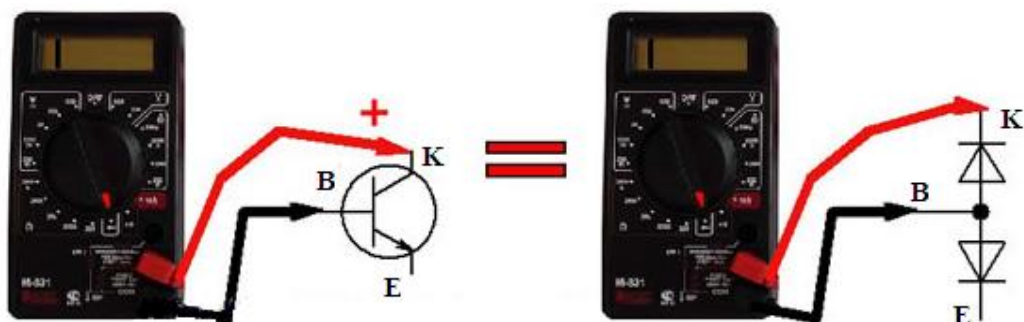
l

b
i
n

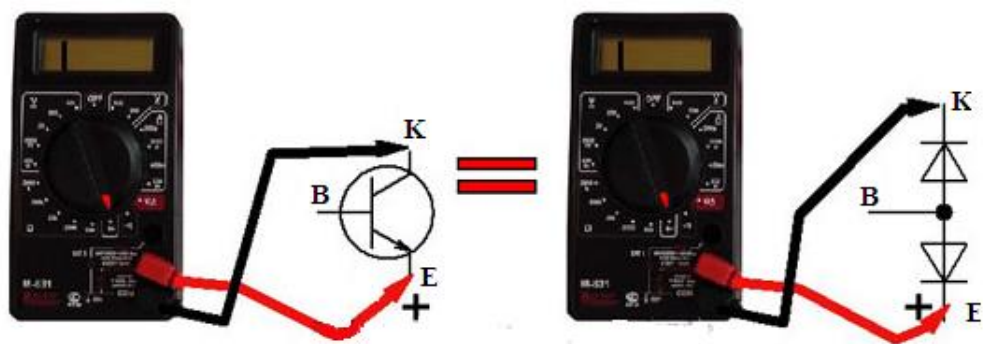
g
a
r



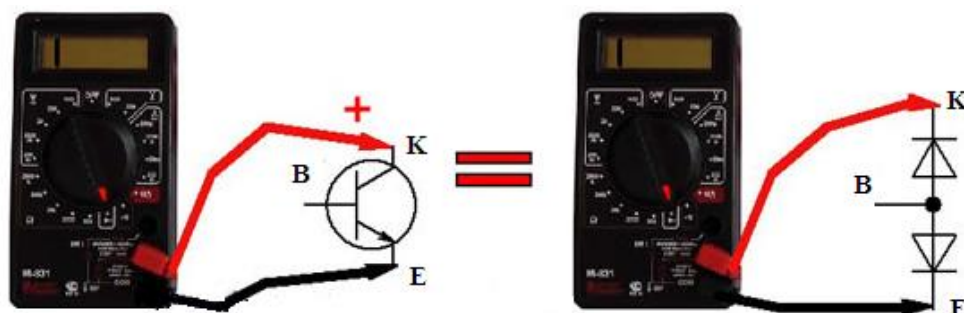
Endi tranzistorning baza-kollektor o'tishini ham shunday natija yuqoridagidek bo'ladi.



Oxirgi tekshirish emitter-kollektor o'tishni tekshirish qoldi.



larni almashtiramiz (qizil-kollektorga, qorasi-emitterga) natija «1» bo‘ladi.



Agar tekshirish jarayonida yuqorida ko‘rsatilganlarga mos
 k Bu tekshirish usuli faqat bipolyar tranzistorlarni tekshirish uchun
 e b‘rinlidir.

m Tajribani o‘tkazish tartibi

a Tajriba uchun olti dona turli tranzistorlar oling va ularning har biri p-n-p
 yoki n-p-n ekanligini aniqlang, sozligini tekshiring va quyidagi jadvalni
 b‘ldiring.

i

g

a

n

n

a

t

i

j

a

o

l

s

a

k

demak, tranzistor nosoz hisoblanadi.

1-jadval. Tranzistorlar ma'lumotlari

Tartib raqami va tipi	Holati								
	Emitter Basa	Manfiy Musbat	Emitter Basa	Manfiy Musbat	Kollektor Basa	Manfiy Musbat	Kollektor Basa	Manfiy Musbat	Npn Pnp
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Maydon tranzistorlarini oddiy tekshirish

Bunda maydon tranzistorlarining ko'p sonli parametrlaridan faqat ikkitasi amaliy ahamiyatga ega degan taxminga asoslanadi. Ular $I_{s.bosh}$ -zatvorda nol kuchlanish bo'lgandagi stok toki va S-xarakteristikaning tikligi. Bu parametrlarni 6-Rasmda keltirilgan sxema yordamida ulash mumkin.

IP-milliampermetr (mul'timetr moa ulash chegarasida) B_1 -9V li batariya, B_2 -1.5 B li batariya. Sim bilan zatvor ayog'I istok ayog'iga ulanadi.

Bunda milliampermetr tranzistorning birinchi parametrini-stok tokini ko'rsatadi va uning qiymati yozib olinadi. Keyin ulovchi sim olib tashlanadi va uning o'rniga B_2 elementi ulanadi. Milliampermetr stok zanjirida kichikroq tok ko'rsatadi. Agar, endi milliampermetr ko'rsatgan qiymatlarning farqini element kuchlanishiga bo'lsak, olingan natija tekshirilayotgan maydon tranzistori S parametrining real qiymatiga mos keladi.

Ishning bajarish tartibi

1. Berilgan turli doimiy va o'zgaruvchan rezistorlarning qarshiligini ommetr yoki mul'timetr yordamida ulang. Olingan natijalarni qarshiliklarda keltirilgan nominal qiymatlar bilan taqqoslang. Nosoz rezistorlarni ajrating.

2. Berilgan turli kondensatorlarning yaroqliligini mul'timetr yordamida tekshiring. Sog' kondensator sig'imlarini asbob yordamida o'lchang. Natijalarni nominal qiymatlar bilan taqqoslang.

3. Berilgan diod va tiristorning ishga yaroqliligini mul'timetr yordamida aniqlang.

4. Turli tranzistorlar ichidagi sozlari va nosozlarini ajrating.

Nazorat savollari

1. Nima uchun tranzistoni xuddi diodni tekshirgandek tekshirish mumkin?
2. Maydonli tranzistorni ishda yaroqliligini mul'timetr yordamida aniqlash mumkinmi?
3. Kondensator ommetr bilan ulanganda, 0 qarshilik aniqlansa, kondensator ishga yaroqlimi?

16-§. Laboratoriya ishi № 16. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash

Ishning maqsadi: texnikaviy usul yordamida tok kuchi va kuchlanishni aniq o'lchash orqali xromonikel o'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash.

Kerakli jihozlar: O'tkazgichning solishtirma qarshiligini hisoblash uchun mo'ljallagan FPM-01 qurilmasi va solishtirma qarshiligi aniqlanadigan o'tkazgichlar.

Nazariy ma'lumotlar. Tajribalar o'tkazgichlarning R qarshiligi uning l uzunligiga to'g'ri proporsional va S ko'ndalang kesim yuziga teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi, ya'ni

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (1)$$

bunda ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi bo'lib, ρ o'tkazgichning bunda materialiga bog'liq. (1) tenglamadan

$$\rho = \frac{RS}{l} \quad (2)$$

SI sistemasida o'tkazgich solishtirma qarshiligining birligi qilib uzundigi 1 m, ko'ndalang kesimi 1m^2 va 1 Om qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichning m dir. solishtirma qarshiligi qabul qilingan. Uning birliga Om O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma 1-rasmda tasvirlangan. Bunda 1 metrli shkala bo'lib, yuqori va pastki kronshteynlar orasida o'tkazgich (2) tortilgan. O'tkazgichning tarangligi (3) kubchalardagi burovchi vintlar yordamida sozlanishi mumkin. FPM-01 qurilmaning elektrsxemasida tarmoqdan kelaetgan o'zgaruvchan elektr toki transformator orqali

diodlar asosida qurilgan to'g'rilovchi ko'priikka beriladi. Doimiy kuchlanish tokni chegaralovchi R qarshilik (va potetsiometr R) orqali R_x solishtirma qarshilikli o'tkazgichga beriladi. Bu o'tkazgichdagi kuchlanish tushishi V - voltmeter va tok kuchi mA - milliampermetr orqali o'lchanadi. W_3 - ulagich yordamida ish uslubi tanlansa W_2 - ulagich yordamida tok kuchining yoki kuchlanishning aniq qiymatini o'lchashga o'tish mumkin.

O'lchash va natijalarni hisoblash

1. Qurilmaning o'lchovchi asboblari o'rnatilgan old qismi 1-rasmda ko'rsatilgan.

2. Kronshteynda o'lchanayotgan o'tkazgichning uzunligi l tanlanadi.

3. W_1 ulagich yordamida qurilma ishga tushiriladi

4. W_3 ulagichni ulang, bunda voltmeter va milliampermetrning strelkalari ma'lum bir qiymatni ko'rsatadi.

5. Tok kuchining (I_{mA}) va kuchlanishning U_b aniq qiymatini o'lchash uchun ish uslubiga qarab W_2 ulagich ulanadi va tok kuchi milliampermetrdan kuchlanish voltmeterdan yozib olinadi. Bunda W_2 ulagichning bosilmagan holati tok kuchining, bosilgan holati esa kuchlanishning aniq qiymatini o'lchash uchun xizmat qiladi.

6. Aktiv qarshilikni texnik metod bilan tok kuchining aniq qiymati orqali quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$R_p = R_{p1} \cdot \left(1 - \frac{R_a}{R_{p1}}\right) \quad (1)$$

Bu yerda

$$R_{p1} = \frac{U}{I}$$

bunda R_a – milliampermetrning ichki qarshiligi bo'lib, $R_a=0,15$ Om. V -voltmetrning ko'rsatishi, V_1 – milliampermetrning ko'rsatishi mA. 7. Aktiv qarshilikni texnik usul bilan kuchlanishning aniq qiymati orqali quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$R_\rho = R_{\rho2} \cdot \left(1 + \frac{R_{\rho2}}{R_v}\right) \quad (2)$$

Bu yerda

$$R_{\rho2} = R_{\rho2} \cdot \left(1 + \frac{R_{\rho2}}{R_v}\right)$$

bunda

R_v - voltmetrning ichki qarshiligi bo'lib, $R_v = 2500 \text{ Om}$. V - voltmetrning ko'rsatishi V. I - milliampermetrning ko'rsatishi mA.



8. Potensiometrning P_1 dastasini burab milliampermetr va voltmetrdan tok kuchi va kuchlanishning bir necha qiymati yozib olinadi. Tajriba bir necha marotaba takrorlanadi.

9. Har ikkala usul bilan o'tkazgichning solishtirma qarshiligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\rho_1 = R_{\rho_1} \cdot \frac{S}{l_1} \qquad \rho_2 = R_{\rho_2} \cdot \frac{S}{l}$$

bunda S - o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi bo'lib, u $S = \pi r^2$ formula orqali aniqlanadi, bunda $d = 0,5 \text{ mm}$. l - o'tkazgichning uzunligi.

Sinov savollari

1. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi nima?
2. O'tkazgichning qarshiligi nimalarga bog'liq?
3. O'tkazgichning qarshiligini qanday metod bilan aniqlanadi?

17-§. Laboratoriya ishi № 17. Elektron ossillograf ishini o‘rganish

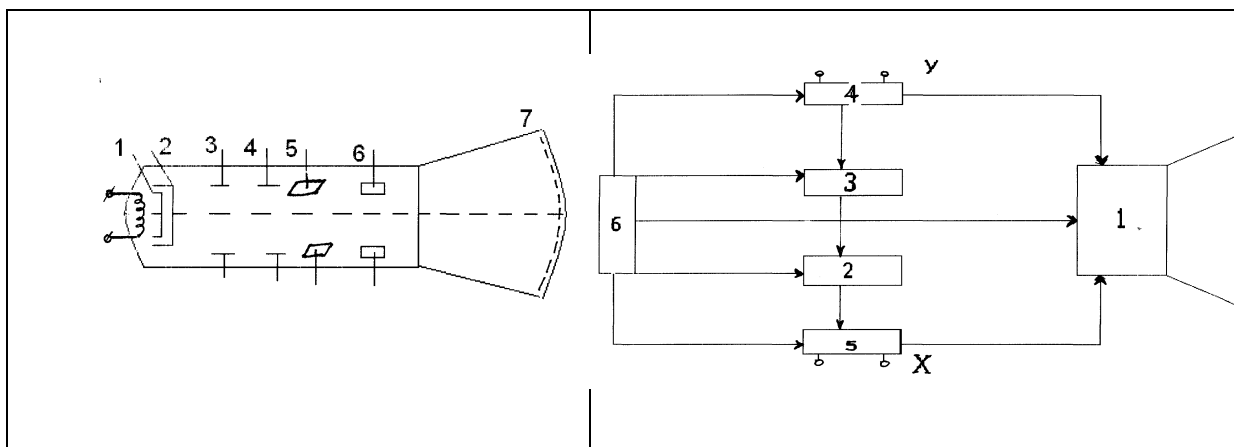
Mashg‘ulotning maqsadi: elektron ossilgraf ishi bilan tanishish, elektron ossilgraf yordamida kuchlanishni va tebranishlarni kuzatishni o‘rganish.

Ish rejasi:

1. Elektron ossilograf .
2. Uning tuzilishi bilan tanishish.
3. Elektron ossilograf yordamida kuchlanishni o‘lchash.

Kerakli asbob va materiallar: elektron ossillograf, tovush generatori, o‘zgaruvchan tok to‘g‘rilagichi.

Nazariy ma’lumotlar. Elektron ossillografning hozirgi paytda ishlatilish doirasi va ahamiyati juda katta. Elektron ossillograf qisqa muddatli, tez kechadigan va turli chastotali davriy jarayonlarni tekshirishda ishlatiladi. Hozirgi zamon elektron ossillograflari 10^0 Gs chastota bilan va 10^{-10} s vaqt davomida ro‘y beradigan jarayonlarni o‘rganish imkonini beradi. Elektron ossillograflar tirik organizmlarda kechadigan elektr jarayonlarni tekshirishda (elektrokardiografiya) keng ishlatiladi. Ossillograf yordamida noelektrik jarayonlardan (temperatura, bosim, zichlik o‘zgarishlari va hokozolar) funksional bog‘lanishlarni ham o‘rgansa bo‘ladi. Buning uchun noelektrik kattaliklarni maxsus o‘zgartirgichlar yordamida elektr signallarga aylantirish lozim. Ushbu ishning maqsadi ossillograf bilan ishlashni o‘rganishdan va ekranda sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanishni kuzatishdan iborat. Ossillograf ishining asosida elektronlar dastasining harakatiga tekshirilayotgan kuchlar bilan ta’sir etish orqali uni boshqarish yotadi. Elektron ossillograf elektron nur trubkasi – 1, yoyish generatori - 2, uyg‘unlashtirish (sinxronizatiya) bloki - 3, vertikal - 4 va gorizontal – 5 og‘dirish kuchaytirgichlari va tok bilan ta’minlash bloki -6 dan iboratdir(1-rasm). Elektron - nur trubkasida elektronlar dastasi hosil qilinadi va boshqariladi.



1-rasm

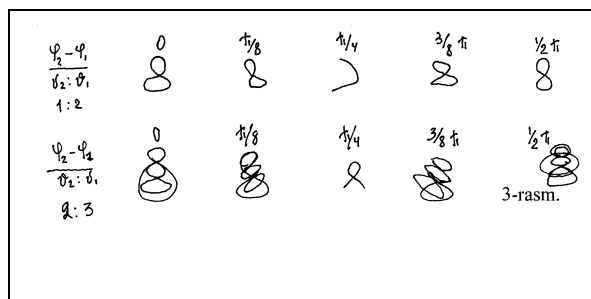
2-rasm

Elektron - nur trubkasida elektronlar dastasini hosil qilish uchun yuqori vakuumli maxsus shakldagi shisha idishga joylashtirilgan. Elektronlar emissiyasi manbasi sifatida elektr toki bilan qizdiriladigan katod ishlatiladi. Elektronlar nurini shakllantirish va uning harakatini boshqarish uchun elektr yoki magnit maydonidan foydalaniladi. Ko'pchilik ossillograflarda elektrostatik maydon bilan boshqariladigan elektron - nur trubkalari qo'llaniladi. Elektron - nur trubkasining tuzilishi 2-rasmida ko'rsatilgan. Trubka ichida "elektron to'p" deb ataladigan fokuslangan elektron nurini hosil qiluvchi qurilma joylashgan. "Elektron to'p" qizdiriladigan katod - 1 boshqaruvchi elektrod - 2, va ikkita anod 3 va 4 dan iborat. Katodni qizdiruvchi tola orqali tok o'tkazilsa, katod qiziydi, katodning sirti ishqoriy-yer metall oksidi bilan qoplanganligi uchun termoelektron emissiyasi ro'y beradi. Boshqaruvchi elektrodga beriladigan kuchlanishni o'zgartirish yordamida dastadagi elektronlar zichligini boshqarish va shu yo'l bilan ekrandagi tasvir yorqinligini ("yarkost") o'zgartirish mumkin. Ikkita anod elektron nurini tezlatish va fokuslash uchun xizmat qiladi. Birinchi anoddagi (3) kuchlanish o'zgartirilib, elektronlar nurini undan turli masofada va shu jumladan, ekran 7 ning biror nuqtasida fokuslash mumkin. Buning uchun "fokusirovka" dastasidan foydalanish zarur. Ikkinchi anod elektronlarga zarur bo'lgan tezlanish beriladi, elektronlar nuri harakat oxirida ekranga borib uriladi. Ekran maxsus modda – lyuminaforlar bilan qoplangan bo'lib, lyuminaforlar elektronlar urilishi natijasida o'zidan yorug'lik chiqaradi. Agar ikkinchi anod va ekran orasidagi yo'lda elektronlar nurga og'diruvchi kuchlar bilan ta'sir etilsa ekrandagi shula ham mos ravishda ko'chadi, ya'ni elektronlar nuri o'lchov asboblarning qo'zg'aluvchi qismi vazifasini o'taydi. Elektron -

nur trubasida og‘diruvchi sistema o‘zaro perpendikulyar joylashgan ikkita juft 5 va 6 plastinkalardan iborat. Vertikal yo‘nalishda og‘diruvchi plastinkalar “Y” gorizontal og‘diruvchi plastinkalar “X” deb belgilanadi. Plastinkalarning biron juftiga elektr kuchlanish qo‘yilsa, ular orasida elektr maydoni paydo bo‘ladi va elektronlar dastasi og‘adi. Plastinkalar orasidagi potentsiallar farqi qancha katta bo‘lsa og‘ish shuncha katta bo‘ladi. Hozirgi zamon ossillograflarida og‘ish kattaligini oshirish uchun plastinkalarga beriladigan kuchlanishni kattalashtiradigan kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Kuchaytirgichlar tufayli ekranda shulaning og‘ishi 1 V kuchlanishda 1sm dan bir nechta 10 sm gacha yetadi. Plastinkalardan 1 V kuchlanishga to‘g‘ri keluvchi og‘ish ossillograf sezgirligi deyiladi. Nazariy hisoblarga ko‘ra ossillograf sezgirligini quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$S = \frac{\lambda}{2U} = \frac{\lambda}{2\sqrt{2}U} \quad (1)$$

bunda λ ekrandagi shula uzunligi, U - plastinkalarga berilgan o‘zgaruvchan kuchlanishning effektiv qiymati. Ossillograf sezgirligini bilgan holda tekshirilayotgan kuchlanishni o‘lchasak bo‘ladi. Ikkala juft og‘diruvchi plastinkalarga o‘zgaruvchan kuchlanish bersak, ekranda murakkab egri chiziqlar hosil bo‘ladi. Bu egri chiziqning shakli plastinkalarga qo‘yilgan kuchlanishlar fazalar farqiga, amplitudalar va chastotalar nisbatiga bog‘liq bo‘ladi. Agar ikki sinusoidal kuchlanishlar chastotalari nisbati ratsional sonlar orqali ifodalansa, ekranda hosil bo‘lgan shakllarga Lissaju shakllari deyiladi,



3 - rasmda turli fazalar va chastotalar nisbati uchun to‘g‘ri keluvchi Lissaju shakllari ko‘rsatilgan.

Lissaju shakllari orqali X plastinkaga ma‘lum chastotali kuchlanish berilgan holda. Y plastinkadagi kuchlanish chastotasini topsa bo‘ladi. Turli kattaliklarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini tekshirish

uchun X plastinkalarga vaqt bo'yicha chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish berilsa, Y plastinkaga esa tekshiradigan kuchlanish qo'yiladi. Ossillograf ekranida to'g'ri shakl bo'lishi uchun elektron nur ekranning bir chetidan ikkinchi chetiga ko'chgach qisqa vaqt ichida avvalgi holatiga qaytishi kerak. Buning uchun arrasimon kuchlanishdan foydalanishadi. Bunday kuchlanishni yoyish generatori hosil qiladi. Turg'in shakl hosil qilish uchun elektron - nur takroriy harakatlarni bir xil fazada boshlashi kerak. Buning uchun arrasimon kuchlanishlar chastotasi tekshirilayotgan kuchlanishlar chastotasiga teng yoki katta bo'lishi kerak. Agar shu shart bajarilmasa ekrandagi manzara o'ngga yoki chapga chopadi, fazalarini muvofiqlashtirish jarayoniga yoyishni uyg'unlashtirish deyiladi va bunga sinxronizasiya bloki yordamida erishiladi. Ossillografni tok bilan ta'minlash bloki elektron - nur trubkasi uchun kerakli kuchlanishlarni hosil qiladi. Katodga manfiy 1000kV kuchlanish berilsa, anodlarga 5-10kV musbat kuchlanish beriladi.

Qurilmaning tuzilishi

Tajriba qurilmasi elektron ossillografdan, V 4-12 tog'rilagich va tovush generatoridan iborat. Turli ossillografda quyidagi asosiy boshqarish dastalari bor.

1. "Yarkost"(yorqinlik) dastasi ekrandagi shula yorqinligini o'zgartiradi.
2. "Fokusirovka" dastasi bilan elektron nuri fokuslanadi.
3. Nurni vertikal yo'nalishda og'dirish uchun "Os" "Y", gorizontal yo'nalishda siljishi uchun "Os" "X" dastalari xizmat qiladi.
4. "Oslabluniye" (susaytirish) dastasi bilan tekshirilayotgan signalni 10-100 marta susaytirish mumkin.
5. "Vertikalnoe usiliniye" dastasi bilan Y plastinkalarga berilayotgan signalni kuchaytirsam bo'ladi, dasta yonidagi raqamlar necha marta kuchaytirilayotganini ko'rsatadi.
6. "Gorizantalnoe usileniye" dastasi bilan X plastinkalarga berilayotgan signal kuchaytiriladi .
7. "Diapazon chastota" dastasi bilan yoyish generatori kerakli chastotalar oralig'i tanlanadi. "Chastota plavno". Dastasi shu oralig'ida yoyish generatori chastotasini bir tekis, o'zgartirib tekshirilayotgan signal chastotasi bilan uyg'unlashtirish imkonini beradi.

3. “Sinxronizasiya” dastasi bilan sinxronlashtirish usulini tanlash mumkin: “vnutr” (ichki), “vensh” (tashqi) va “ot seti” (50 Gs li o‘zgaruvchan tok tarmog‘idan).

Ishni bajarish tartibi

1. Asboblarni qarab chiqing va tashqi shikastlanishlar yo‘qligiga ishonch hosil qiling.

2. Asboblardagi yarkost va fokusirovka dastalarini o‘rta holatga qo‘yiladi.

3. Asbobni tok tarmog‘iga ulang va 3-4 minut vaqt kuting. Agar ekranda yorug‘ shula paydo bo‘lmasa, “yarkost” va “fokusirovka” dastasi bilan shulani fokuslang va katta bo‘lmagan yoritilganlikka erishing.

Eslatma: Shulani ekranda bir joyda ko‘p vaqt saqlash mumkin emas, aks holda ekran kuyib qoladi. Ossillograf ishlatilayotganda yorqinlikni “yarkost” dastasi bilan kamaytirish yoki ossillografni tok tarmog‘idan uzish kerak.

17.1. Mashq-1. O‘zgaruvchan va to‘g‘rilanadigan kuchlanishlar grafigini kuzatish va ossillograf sezgirligini aniqlash

1. Ossillografni yuqorida ko‘rsatilgan tartibda ishga tayyorlang.
2. “Oslableniye” dastasi 1:10 holatiga qo‘yiladi (OMSH -2) ossillografi uchun vertikal plastinkalarga beriladigan kuchlanishlarni o‘zgartirish tugmalaridan 30 V deb bosiladi.
3. “U” klemmalari V4 – 12 to‘g‘rilagichdan o‘zgaruvchan kuchlanish o‘tadi.

“Sinxronizasiya ” dastasi “vnutr” holatiga qo‘yiladi.

4. “Diapazon chastot” dastasi 100 Gs holatiga qo‘yiladi. Hosil bo‘lgan shaklni daftarga chizing.
5. “U” klemmaga to‘g‘rilagichdan o‘zgarmas kuchlanish ulanadi. Hosil bo‘lgan chiziq shakl daftarga ko‘chiriladi.
6. V4–12 to‘g‘rilagich berayotgan kuchlanishni o‘lchaydigan voltmetrni klemmalarga parallel ulab, “U” plastinkalarga berilayotgan o‘zgarmas kuchlanishni o‘lchang. (1) formulaga asosan ossillograf sezgirligini toping. Sezgirlikni bir necha kuchlanish uchun aniqlab, o‘rtacha qiymatini hisoblang.

17.2. Mashq-2. Kuchlanishni ossillograf yordamida o'lchash.

1. "Vertikalnoe usuliniye" dastasini o'zgartirmagan holda (OMSH-2) ossillografida 10V bo'lim tugmasi bosiladi, "U" klemmasiga to'g'irlagichdan kuchlanish bering.
2. Hosil bo'lgan vertikal shulaning uzunligi l ni o'lchang.
3. Kuchlanishning amplituda qiymatini hosoblang.

$$U = \frac{\ell}{2S}$$

Mashq-3. Tovush tebranishlarining chastotasini aniqlash

1. "X" klemmalariga V4–12 to'g'irlagichdan 50 Gs chastotali o'zgaruvchan kuchlanishni aniqlang.
2. "U" klemmalarga tovush generatoridan signalni o'lchash.
3. Ekranda turg'un holatdagi Lissiju shakllarini hosil qiling va daftarga chizib oling.
4. Lissaju shakllarining shakliga qarab, tovush genaratoridan berilgan signallarning chastotasini aniqlang.

Sinov savollari

1. Ossillograf qanday qismlardan iborat?
2. Elektron - nur trubkasining tuzulishini tushuntiring.
3. Ossillografdagi yoyish generatorining vazifasi nimadan iborat?
4. Sinxronizasiyalashtirish nima uchun zarur?
5. Ossillograf sezgirligi deb nimaga aytiladi?
6. Ossillografni qishloq xo'jaligida qanday maqsadlarda ishlatish mumkin?
7. Ossillograf bilan ishlash tartibini tushuntiring.

18-§. Laboratoriya ishi № 18. Yorug'lik interferensiyasini Nyuton xalqalari yordamida aniqlash

Maqsad: O'tgan yorug'likdagi yorqin xalqalarni qaytgan nurdagi qoramtir xalqalar bilan qiyoslash. Interferension tasvirlarning o'zaro bog'liqligini yuqoriroq optik zichlikli muhitdan qaytishda yuz beradigan fazalarning keskin o'zgarishi orqali tushuntirish. Bu ikki interferension tasvirning kontrastini qiyoslash.

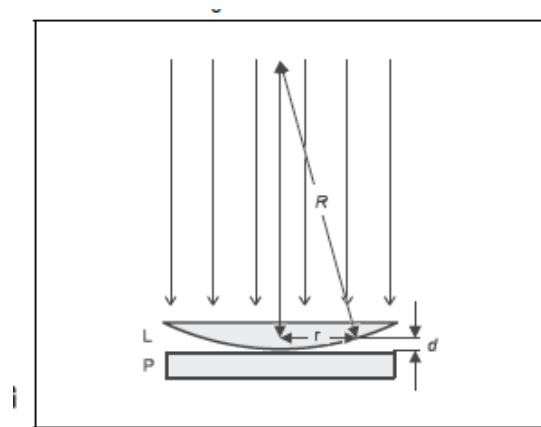
Kerakli asbob uskunalar: Nyuton xalqalari uchun shisha plastina.

1. nur sochgichlar, 2. hoshiyali linza $f = +200$ mm, 3. optik stol, 1 m 4. naezdniklar, $H = 60$ mm/ $B = 36$ mm, 5. naezdnik, $H = 60$ mm/ $B = 50$ mm 6. konsol richag, 7. xona galogen lampasi 12 V, 50/90 W, 8. cho'g'lanma lampa 12 V/90 W, G6.35, 9. transformator 2 ... 12 V, 10. Biriktiruvchi sim, 100 sm, qora.

Nazariy ma'lumotlar. Suvdagi yupqa neft qatlamlaridagi. juda yupqa sovun pardalaridagi va yupqa havo qatlamlaridagi rangli hodisalar yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi sababli yuzaga keladi. Bugungi kunda yupqa qatlamlardagi yorug'likning interferension hodisalaridan shisha sirtidan akslanishlarni kamaytirish maqsadida foydalaniladi.

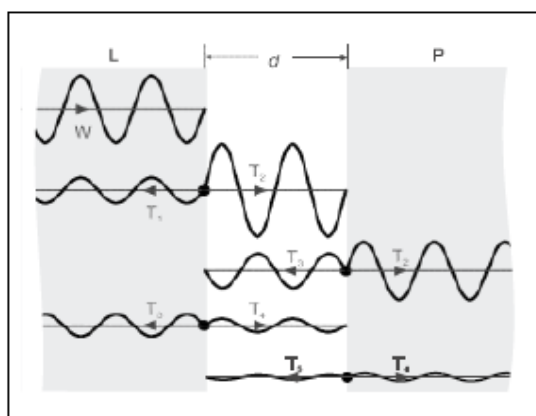
Nyuton xalqalari bir-biriga juda yaqin bo'lgan ikkita sindiruvchi sirtlardan yorug'likning qaytishi va sinishi natijasida yuzaga keladi. Mazkur tajribada Nyuton xalqalari egrilik radiusi katta bo'lgan va juda sust qavariq tomoni yassi shisha plastina bilan tutashgan yassi qavariq linza orqali generasiyalanadi. Agar bu birikma perpendikulyar tushayotgan parallel oq yorug'lik bilan yoritilsa, ikki sirt tutashgan nuqta atrofida rangli shakldagi konsentrik xalqalar hosil bo'ladi. Interferension xalqalar qaytgan yorug'likda ham, o'tgan yorug'likda ham kuzatiladi. Interferension xalqalar orasidagi masofa doimiy emas, chunki bitta tutashuvchi sirt egik.

2-Rasmda d qalinlikli ponasimon havo qatlami orqali interferensiyaning ikki shisha sirtida yuzaga kelishi tasvirlangan: yorug'lik to'lqini W chap tarafdin linza L chegaraviy sirtiga tushadi va qisman qaytadi T1. Qaytmagan qismi esa ponasimon havo qatlamidan T2 o'tib, shisha plastina sirtidan qaytadi.



1-Rasm. Yassi shisha plastina bilan egrilik radiusi katta bo'lgan yassi-qavariq linzaning sxematik tasviri

P: shisha plastina. L: yassi-qavariq linza. R: egrilik radiusi. r : shisha plastina bilan linzaning tutashgan nuqtasigacha masofa.



2-Rasm. Ponasimon havo qatlamida interferensiyani tushuntirish sxemasi

L : yassi-qavariq linza, P: shisha plastina, L va P. oraliqda yorug'lik nurining qaytishi va uzatilishi natijasida. yuzaga keluvchi T1 T5 to'liq qismlari, d : linzaning. shisha sirti bilan shisha plastina orasidagi masofa.

P oraliqdan qaytish yuqoriroq optik zichlikli muhitda yuz berganligi sababli, qisman qaytgan to'liq T_3 T_1 to'liqdan farqli, fazaning sakrab o'zgarishiga duchor bo'ladi. (mos keluvchi qaytgan to'liq arqonning mahkamlangan oxirida) Qaytmagan qism katta optik zichlikka ega bo'lgan shisha plastina orqali T_2 to'liq sifatida o'tadi. T_3 to'liq esa L linzaga qaytadi va linzada fazasi sakrab o'zgarishi bilan T_4 to'liq sifatida yana qaytadi. Qaytmagan qismi esa yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan yana shisha plastina orqali, fazasi sakrab o'zgarimasdan o'tadi. Keyinchalik T_5 bilan belgilangan to'liq qismlari ko'p marotaba qaytishlar orqali yuzaga keladi.

Qaytgan yorug'likda interferensiya qisman to'liqlar T_1 va T_3 da kuzatiladi. T_1 bilan T_3 orasidagi yo'llar farqi

$$d_R = 2 \cdot d + \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

va qaytish hamda sinish orqali shakllangan interferensiyon tasvir, qora markaz atrofida konsentrik qoramtir xalqalardan tashkil topadi, Destruktiv interferensiya yuzaga kelish sharti, agar yo'llar farqi λ to'liq uzunligining yarmiga karrali bo'lsa bajariladi.

$$(2 \cdot k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} = 2 \cdot d + \frac{\lambda}{2} \quad k=1,2,3 \dots$$

yoki

$$d = (k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

O'tgan yorug'likda T_2 bilan T_4 to'liqlarda interferensiya kuzatiladi. T_2 bilan T_4 orasidagi yo'llar farqi d_T

$$d_T = 2 \cdot d + 2 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Agar o'tgan yorug'likda Nyuton xalqalari kuzatilsa, interferensiyon manzara qaytgan nurning interferensiyasiga qo'shiladi. O'tgan yorug'likning doiralari to'plami ravshanroq. Shuning uchun qora xalqalarning o'rniga yorqin xalqalar o'lchanadi. Yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan muhitda ikki marta qaytgan to'liq qismi T_4 , T_1 ning ikki faza sakrashini boshdan kechiradi va shunday qilib T_4 bilan T_2 ustma-ust tushganda, T_2 original to'liqlar seriyasi bilan fazasi mos keladi. Konstruktiv interferensiyaning yuzaga kelish sharti, d_T yo'llar farqi λ to'liq uzunligiga karrali bo'lsa, bajariladi.

$$d = \frac{r^2}{2R}$$

Qo'shni Nyuton xalqalarining diametrlari

$$D_k = 2 \cdot rk$$

uchun (II) yoki (IV) dan, mos ravishda (V) dan ham quyidagi munosabat olinadi

$$D_{k+1}^2 - D_K^2 = 4 \cdot R \cdot \lambda$$

Shunday qilib, agar linzaning egrilik radiusi R ma'lum bo'lsa, oq yorug'likning o'rtacha to'liq uzunligi diametrlarni o'lchash orqali

aniqlanishi mumkin.

Tajriba qurilmasi

Izoh: Agar Nyuton xalqalari uchun shisha plastinaga ta'sir qilayotgan bosim juda yuqori yoki asimmetrik bo'lsa, shisha plastinalar doimiy deformasiyalanishi yoki shikastlanishi mumkin.

Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni sozlashda qo'llaniladigan o'yiqli vintlarni burishda juda ehtiyot bo'ling. Tajriba qurilmasi 3-Rasmda tasvirlangan.

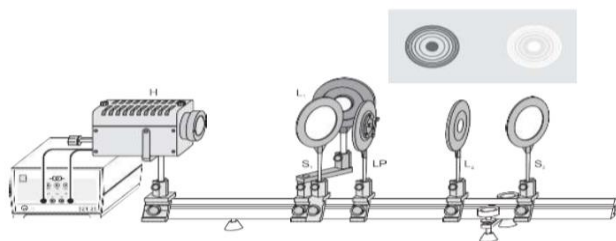
Ikkita S_1 va S_2 nurni ajratgichlar yordamida, Nyuton xalqalari qo'shni devorga proyeksiyalanadi. Bu esa interferension hodisalarni bir vaqtda kuzatishga va shu bilan ularni bir-biri bilan taqqoslashga imkon beradi.

- Optik kursini devordan taxminan 2,0 m masofada parallel qilib o'rnatish.

3-Rasmda keltirilganidek, galogen lampani H optik kursiga joylashtiring.

- S_1 nur ajratgichni galogen lampadan 30 sm masofada optik kursiga joylashtiring va uni 45° burchak ostida to'g'irlang.
- Galogen lampani H yoqing va uni nur ajratgichga yo'naltiring.

3 Rasmda keltirilganidek, nayeazdnik va konsoldan foydalanib, linzani L_1 bevosita nur ajratgich S_2 oldiga joylashtiring.



3-Rasm. O'tgan va qaytgan yorug'likda Nyuton xalqalarini bir vaqtda kuzatish uchun tajriba qurilmasi

H: galogen lampa. LP yassi-qavariq linza va shisha plastina. S_1 , S_2 nur ajratgichlar. L_1 , L_2 xalqalarni shakllantirish uchun linzalar.

– Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni optik kursiga S_1 nur ajratgichdan taxminan 16 sm masofada joylashtiring (plastinadan masshtab S_1 nur ajratgich yo'nalishida ko'rsatilishi kerak).

– Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli nayeazdnikni nur ajratgich tomon, to L_1 linza orqali devorda xalqasimon tasvir paydo bo'lmaguncha siljiting.

– Buning uchun oldin Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli o'yiqli vintni bo'shating va keyin ehtiyotkorlik bilan qotiring.

a) shisha plastinalar tutashadi (ya'ni hali hech qanday interferensiyon xalqalar markazdan chiqmaydi va qaytgan yorug'likning eng ichki halqasi qoramtir bo'ladi.)

b) xalqasimon sistema aynan masshtabning markazida joylashadi (Xalqasimon sistema doimo aylanayotgan vint yo'nalishida siljiydi

– Agar zarur bo'lsa, L_1 linzani to xalqasimon tasvirning devordagi ko'rinishi keskin bo'lmaguncha siljiting.

– L_1 linzani Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli nayeazdnikdan taxminan 20 sm masofada joylashtiring.

– S_2 nur ajratgichni optik kursiga Nyuton xalqalari uchun shisha plastinadan taxminan 35 sm masofada joylashtiring.

– Nur ajratgichni optik o'qqa nisbatan 45° burchak ostida shunday to'g'irlangki, lampa yorug'ligi qaytgan yorug'lik interferensiyon manzarasi oldida sezilsin.

– L_1 linzani S_2 nur ajratgich tomon to o'tgan yorug'likning xalqasimon tasvir ko'rinishini (va masshtabi) keskin bo'lmaguncha siljiting.

Tajribani o'tkazish

– Interferensiyon hodisalarni kuzating va yorqin hamda qoramtir xalqalar ketma-ketligiga nisbatan, o'tgan va qaytgan yorug'likning konsentrik xalqalari ko'rinishini taqqoslang.

– Proyeksiyalangan masshtab orqali markazning yorqin va qoramtir diametrini o'lchang.

Proyeksiyalangan masshtab orqali halqalarning yorqin va qoramtir diametrini o'lchang

– Bu ikki interferensiyon manzaraning farqini taqqoslang.

Tajriba namunasi

O'tgan yorug'likda kuzatilgan interferensiyon manzara: past kontrast (farq)

Markazi qora va atrofida konsentrik qoramtir xalqalar. Xalqalarning chegaralari bo'yalgan.

– Qaytgan yorug'likda kuzatilgan interferensiyon manzara: yuqori kontrast markazi yorqin va yorqin konsentrik xalqalar bilan o'ralgan. Xalqalar chegaralari bo'yalgan.

	$\frac{D_k}{\text{mm}}$	
	Qaytish	O'tish
Markaz	3.2	3.3
xalqa1	6.2	6.3
xalqa2	8.4	8.6
xalqa3	10.2	10.4
xalqa4	11.5	11.6
xalqa5	12.8	13.0

1-Jadval: Mos ravishda qaytgan yorug'lik uchun maksimum intensivlikning yoki o'tgan yorug'lik uchun minimum intensivlikning xalqasimon diametri D .

Radius ortgan sari qo'shni xalqalar orasidagi masofa kamayib boradi.

Hisoblashlar

1-Jadval, bo'yicha qaytgan va o'tgan yorug'likda kuzatilgan bu ikkita interferension manzaralarning markazlari va xalqa diametrlari teng.

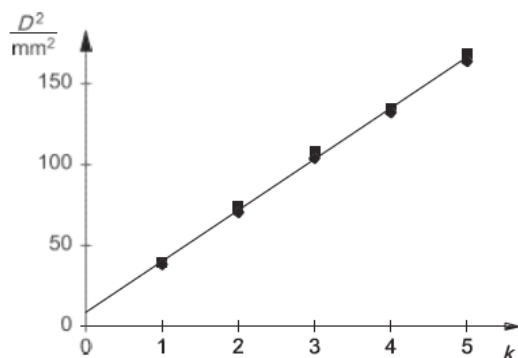
4-Rasmda diametrlar kvadratlari D^2_k bilan xalqalar indeksleri K orasidagi munosabat keltirilgan.

$a=31,6 \text{ mm}^2$ uchun to'g'ri chiziq og'masida oqali (VI) sababli quyidagiga ega bo'lamiz:

$$D_{k+1}^2 - D_K^2 = 4 \cdot R \cdot \lambda$$

Egrilik radiusi R Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalar instruksiyasida (qo'llanmasida) berilgan. $R = 12,144 \text{ m}$ ga teng.

Undan $\lambda = 650 \text{ nm}$ olinib, diametrni o'lchash uchun qizg'ish chetlardan foydalanilgani fakti bilan mos keladi.



4-Rasm. Xalqasimon diametrning kvadrati interferension xalqa indeksiga nisbatan chizilgan. ■ qaytgan yorug'lik, • o'tgan yorug'lik

Qo'shimcha ma'lumotlar

Interferension manzarada qora markazning yuzaga kelishi yuqoriroq optik zich muhitdan qaytib, fazasi $\lambda/2$ sakrab duchor bo'lgan yorug'likning bevosita isbotidir. $d \ll \lambda$ qalinlik uchun yo'l farqi –

faza sakrab o'zgarmaydi-nol bo'ladi, interferensiya qorong'ulikka emas, balki maksimal yorqinlikka olib kelishi kerak. Faqat $\lambda/2$ ni inobatga olish orqaligina tajriba natijasini tushuntirilishi mumkin. Ammo, T. Yung ko'rsatganidek, agar Nyuton xalqalarini generasialash uchun linza krondan va plastina flintdan tayyorlangan va shisha plastina bilan yassi qavariq linza oralig'idagi joy havo o'rniga xitoy nefti bilan to'ldirilgan bo'lsa, qaytgan yorug'likda markazda yorqin dog' kuzatiladi. Neftning sindirish ko'rsatgichi kron bilan flintning sindirish ko'rsatgichlari orasida yotgani uchun, qaytish yuqoriroq optik zichlikli muhitdan yuqorida va juda yupqa qatlam $d \ll \lambda$ uchun pastda ro'y beradi. Qaytgan yorug'lik holida intensivlikning maksimumi markazda yuzaga keladi.

SINOV SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi.
2. Interferension manzara hosil bo'lishini tushuntiring.
3. Yorug'likni monoxromatikmasligi interferensiyaga ta'siri qanday bo'ladi.
4. Interferension iaksimumlar va minimumlar hosil bo'lish sharti.
5. Interferensiyani ishlatilish sohalarini ayting.

19-§. Laboratoriya ishi № 19. Yorug'likning to'lqin uzunligini difraktsion panjara yordamida aniqlash

Ishning maqsadi: Difraktsion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash. Har xil to'lqin uzunligidagi yorug'likning inson organizmiga ta'siri haqida ko'nikma va malakalar hosil qilish. Yorug'lik nurlarining tibbiyotda qo'llanilishini o'rganish.

Kerakli jihozlar: Shkalalarga ega bo'lgan optik qurilma, difraktsion panjara, yoritgich, tokga ulagich va ulash simlari.

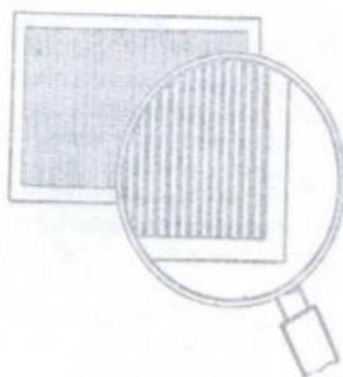
Nazariy ma'lumotlar. Yorug'likning tabiati – ikkilanmali, ya'ni dualistikdir, yorug'lik – elektromagnit to'lqin, yorug'lik – zarrachalar (fotonlar) oqimi sifatida namoyondir. Yorug'likning dualistik tavsifi Plank formulasida yaqqol ko'rinadi. Unga ko'ra yorug'likning bir kvanti (portsiyasi) $E=h\nu$ energiyaga ega. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, inson tanasidagi ayrim molekulalar yorug'lik energiyasini $h\nu$ ga teng

portsiyalar bilan yutadi. Molekulalar yorug'likni ayniqsa ultrabinafsha nurlarni yutganda bu energiya ko'pgina molekulalarni parchalashga yetarli bo'lishi mumkin, bunga yorug'likning kimyoviy ta'siri deyiladi.

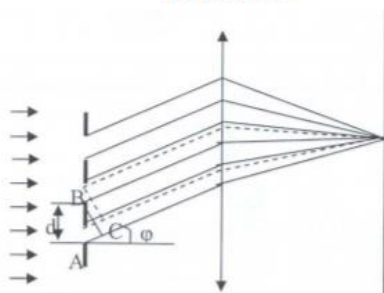
Molekulalarning har qanday o'zgarishi kimyoviy hodisadir. Odam tanasining oftobda qorayishi bu kimyoviy o'zgarishlarga yaqqol misol bo'lishi mumkin. Hozirgi paytda biologiyada, kimyoda, texnikada, tibbiyotda va xalq xo'jaligining turli sohalarida ko'llanilayotgan lazer nurlarining ham fizik kattaliklari bilan bir qatorda to'lqin uzunliklarini o'lchash muhim ahamiyatga ega. N.N. Bexterovning fikriga ko'ra har bir to'lqin uzunlikdagi nur organizmga o'ziga xos psixologik ta'sir ko'rsatar ekan. Masalan, qizil rang qo'zg'atuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib organizmni toliqishiga olib keladi, moviy rang tinchlantirish xususiyatiga ega, yashil rang organizmga hordiq chiqarish imkonini beradi, qora rang ruhiyatga qo'rquv hissini uyg'otadi. Fizikada yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlashning bir necha usullari mavjud. Shulardan biri difraktsiya hodisasiga asoslangan difraktsion panjara deb ataluvchi optik asbob yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash eng sodda va qulay usullardan hisoblanadi. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'lib tarqalish qonuniyatidan chetlanishi difraktsiya deb ataladi. Bir-biridan bir xil uzoqlikda joylashgan shaffofmas to'siqlar bilan ajratilgan juda ko'p tor tirqishlardan iborat oddiy optik asbob difraktsion panjara deyiladi (1-rasm). Sifatli difraktsion panjara shisha plastinkali parallel shtrixlar (chiziqlar) tortuvchi maxsus bo'lish mashinasi yordamida tayyorlanadi. Shtrixlar soni 1 mm da 100 dan 2400 gacha etadi, shtrixlarning umumiy soni 100 000 dan ortiq bo'lishi mumkin. Keng tarqalgan difraktsion panjaralar jelatiniga tushurilgan iz bo'lib, bu jelatina ikkita shisha plastinka orasiga solib qo'yiladi. Qaytaruvchi panjaralar deb ataladigan difraktsion panjaralarning sifati eng yaxshi bo'ladi. Bular yorug'likni qaytaruvchi va o'tkazuvchi qismlari navbatlashib keladigan optik asbobdir. Yorug'likni o'tkazuvchi shtrixlar yaxshilab silliqlangan metall plastinkaga qisqich yordamida chiziladi. Agar shaffof tirqishlar (ya'ni qaytaruvchi yo'llar) a bilan, shaffofmas oraliqlar (ya'ni yorug'likni sochuvchi yo'llar) b bilan belgilansa, $d = a + b$ kattalik panjaraning davri yoki doimiysi deb ataladi.

Difraktsion panjaraning optik asbob sifatida qimmatli bu panjara hosil qiladigan difraktsion manzara aniqligi bilan belgilanadi. Difraktsion panjaraga oid elementar nazariyaning asosiy jihatlarini

ko‘rib chiqaylik. Difraksion panjaraga tabiiy nur tushurilsa difraksion maksimumlarda yetti xil rangli chiziqlar (spektrlar) o‘osil buladi, minimum joyda esa qora chiziqlar paydo bo‘ladi. Agar tushirilayotgan nur monoxromatik bo‘lsa, u holda maksimumlarda hosil bo‘lgan rangli chiziq tushayotgan nurning to‘lqin uzunligiga to‘g‘ri keladi (2-rasm).



1- Rasm.



2-rasm

Tirqishlardagi ikkilamchi kogerent manbalar barcha yo‘nalishlarda tarqaluvchi yorug‘lik to‘lqinlarini hosil qiladi. Turli nuqtalarda qo‘shiluvchi to‘lqinlar fazalari ayirmasi - $\Delta\varphi$ ning doimiyiligini ta‘minlovchi sozlangan manba kogerent manba deb ataladi. Tirqishlardan chiquvchi to‘lqinlar bir-birini kuchaytiradigan sharoitni topamiz. Buning uchun φ burchak bilan belgilanuvchi yo‘nalishda tarqaluvchi to‘lqinlarni ko‘rib chiqamiz. Qo‘shni tirqishlarning chetlaridan chikayotgan to‘lqinlar orasidagi yo‘l ayirmasi AS kesmaning uzunligiga teng. Agar bu kesmada butun sondagi to‘lqin uzunliklari joylashsa, barcha tirqishlardan chiquvchi to‘lqinlar qo‘shilib, bir-birini kuchaytiradi, ya‘ni interferentsion maksimum hosil bo‘ladi. Maksimumlar qo‘yidagi shart bilan belgilanadigan φ burchaklar ostida ko‘rinadi:

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

Bu yerda $k = 0, 1, 2$, bular asosiy maksimumlar tartibi deb ataladi. Shuni

nazarda tutish kerakki, (2) shart qanoatlantirilganda tirqishlarning pastki (rasm bo'yicha) chetlaridan keluvchi to'lqinlarga emas, balki tirqishlarning boshqa barcha nuqtalaridan keluvchi to'lqinlar ham kuchayadi. Birinchi tirqishdagi har bir nuqtaga ikkinchi tirqishda d masofada turgan nuqta muvofik keladi. Shu sababli bu nuqtalardan chiqqan ikkilamchi tulkin $k\lambda$ ga teng bulib, bu tulkinlar bir-birini kuchaytiradi. Agar bu kesmada yarim sondagi tulkin uzunliklari joylashsa, barcha tirkishlardan chikuvchi tulkinlar kushilib, bir-birini susaytiradi, ya'ni interferentsion minimum hosil bo'ladi. Minimumlar qo'yidagi shart bilan belgilanadigan ϕ burchaklar ostida ko'rinadi:

$$d\sin\phi = k\lambda/2 \quad (2)$$

AVS uchburchakdan AS katetni topish mumkin:

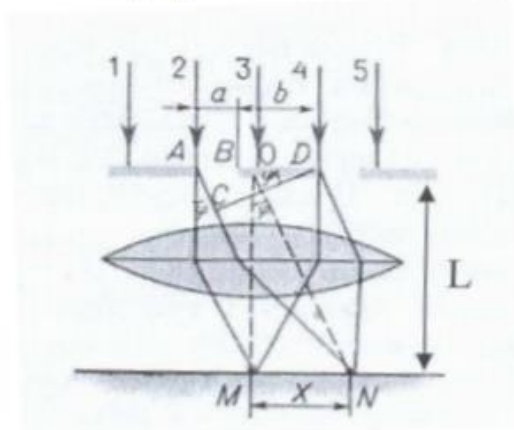
$$AC = AB\sin\phi = d\sin\phi \quad (3)$$

Panjara orqasiga yig'uvchi linza joylashtiriladi, yig'uvchi linzaning fokus tekisligiga esa ekran qo'yiladi. Linza parallel keluvchi to'lqinlarni bir nuqtaga yig'adi (fokuslaydi), to'lqinlar xuddi ana shu nuqtada qo'shiladi va bir-birini kuchaytiradi. (1) shartni qanoatlantiruvchi ϕ burchaklar ekrandagi maksimumlarning vaziyatini belgilaydi. $k = 0$ ga muvofiq keladigan markaziy maksimumdan boshqa maksimumlarning vaziyati to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lgani uchun panjara oq yorug'likni spektrga ajratadi. λ qancha kata bo'lsa, ayni bu to'lqin uzunligiga muvofiq keladigan maksimum markaziy maksimumdan shuncha uzoq turadi. k ning har bir qiymatiga o'zining spektri muvofiq keladi. Yuqori tartibli (katta k larga muvofiq keladigan) spektrlar bir-birini qisman bekitadi. Difraktsion panjaradan foydalanib, to'lqin uzunligini juda aniq o'lchash mumkin. Agar panjaraning davri ma'lum bo'lsa, (1) dan foydalanib to'lqin uzunligini aniqlash mumkin. Kipriklarimiz va ular oraliqlari dag'al difraktsion panjaraning o'zidir. Shuning uchun ravshan yorug'lik manbaiga ko'zni qisib qarasak, kamalakdagi ranglarni ko'rishimiz mumkin. Oq yorug'lik kipriklar atrofidagi difraktsiyada tarkibiy qismlarga ajraladi. Yo'llari bir-biriga yaqin bo'lgan uzoq chalinadigan plastinka qaytaruvchi difraktsion panjaraga o'xshaydi. Agar siz elektr lampasining ana shunday plastinkadan qaytgan yorug'ligiga qarasangiz, yorug'likning spektr ranglariga ajralganligini ko'rasiz. k ning har xil qiymatlariga to'g'ri keladigan bir necha spektrni ko'rish

mumkin. Agar elektr lampasining yorug‘ligi plastinkaga katta burchak hosil qilgan holda tushsa, manzara juda aniq ko‘rinadi.

Ishni bajarish

Lampadan chiqayotgan nurlar difraksion panjaradan o‘tib ekranga tushadi. Bunda optik skamyada tirqishni bimalol harakatlantirish mumkin. Ekranda difraksion manzara hosil qilinadi. Bunda difraksion panjaraga tushayotgan yorug‘lik oq bo‘lgani uchun ekranda rangli spektrlar hosil bo‘ladi. Difraksiya nazariyasidan ma’lumki birinchi tartibli maksimum uchun $d \sin \varphi = k\lambda$ shart bajariladi. Bu yerda λ yorug‘lik to‘lqin uzunligi, φ difraksiya burchagi, d esa difraksion panjara doimiysi bo‘lib 0,01 ga teng. Yorug‘likning to‘lqin uzunligini topish uchun qo‘yidagi amallarni bajaramiz. 1. Ekranda difraksion manzara hosil qilamiz. 2. Rangli spektrlarning birinchi tartiblisidan qizil spektrni tanlab olamiz. 3. Tirqish markazidan qizil spektrning markazigacha bo‘lgan masofani o‘lchab olamiz. 4. Tirqishdan difraksion kartina kuzatilayotgan masofani o‘lchab olamiz.



3-rasm

Bizga ma’lumki difraksion panjaraning asosiy formulasi

$$d \sin \varphi = k\lambda \quad (1)$$

ifoda orqali aniqlangani uchun:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k} \quad (2)$$

3-rasmdan

$$\sin \varphi = \tan \varphi = \frac{\lambda}{L} \quad (3)$$

ga teng ekanligini hisobga olsak, (3) ifodani (2) qo‘ysak:

$$\lambda = \frac{d \cdot \lambda}{k \cdot L} \quad (4)$$

Hosil bo'ladi

Bu yerda $\lambda = x$ ga teng bo'lib tirqish markazidan difraktsion manzaradan tanlab olinayotgan rangni markazigacha bo'lgan masofa, L difraktsion manzara kuzatilayotgan ekrandan difraktsion panjaragacha bo'lgan masofa. Bunda $d = 0,01$ mm, k - difraktsion manzaralarning tartibi, L va λ lar tajribadan o'lchanib olinib, har xil rangdagi yorug'lik nuri to'liq uzunligini aniqlash mumkin.

Olingan natijalarni 1 jadvalga yozamiz.

1- jadval

N_0	d (mm)	L (mm)	λ (mm)	k	λ (nm)
1					
2					
3					
4					
5					

Nazorat savollari

1. Difraktsiya hodisasi nima?
2. Difraktsion panjara deb nimaga aytiladi?
3. Difraktsion panjara doimiysi nimaga teng?
4. Difraktsion panjaraning asosiy formulasi qanday yoziladi?
5. Kogerent yorug'lik manbai deb qanday manbaga aytiladi?
6. Yorug'lik kvanti energiyasi formulasi qanday yoziladi?
7. Yorug'likning sochilishi nima?
8. Molekulyar sochilish deb qanday sochilishga aytiladi?
9. Yorug'lik interferentsiyasi nima?
10. Yorug'lik interferentsiyasini qanday hosil qilish mumkin?

20-§. Laboratoriya ishi № 20. Qavariq linzaning bosh fokus masofasini aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi: linzalar bilan tanishish, linzalar yordamida tasvir yasashni o'rganish.

Ish rejasi:

1. Ishni bajarish qurilmasini yig'ish
2. Linzalar bilan tanishish va ular yordamida tasvirlar yasash.
3. Optik asboblarning qishloq xo'jaligida ahamiyatini o'rganish.

Kerakli asbob va materiallar: Optik taglik, qavariq linza, yorug'lik manbai, masshtabli ekran.

Nazariy ma'lumotlar. Qurilma, ekran, linza, maxsus qutiga joylashtirilgan elektr lampadan iborat bo'lib, gorizontall qo'yilgan optik taglik ustiga o'rnatilgan. Ularni taglik bo'ylab siljitish mumkin. Lampa o'rnatilgan qutining old tomoniga qog'oz yopishtirilib, uning ustiga strelka chizib qo'yiladi. Bu strelka jism rolini o'taydi. Qurilmadagi asboblarni (ekran, linza, yorug'lik manbai) ularning markazlari bir-xil balandlikda turadigan qilib o'rnatiladi. Ekran va quti oldiga chizilgan strelka optik taglikka tik, ammo linzaning bosh optik o'qi esa taglikka parallel bo'lishi shart. Qurilmadagi asboblarning orasidagi masofa taglikdagi santimetrlarga bo'lingan shkaladan o'lchanadi. Qavariq linzaning bosh fokus masofasi quyidagicha aniqlanadi.

1-Usul. Fokus oralig'i linza buyum va linza bilan tasvir orasidagi masofalarga qarab aniqlash

Agar buyum bilan linza orasidagi masofani a bilan, tasvir bilan linza orasidagi masofani b orqali belgilasak, bu linzaning fokus oralig'i

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (1) \quad \text{yoki} \quad f = \frac{ab}{a+b} \quad (2)$$

formula bilan ifodalanadi (linzaning qalinligi α , b va f ga nisbatan kichik bo'lgandagina bu formuladan foydalanish mumkin).

Optik taglikning bir tomoniga masshtabli ekran va ikkinchi tomoniga qutiga joylashtirilgan qog'oz yopishtirilgan tomoni ekranga qaratilib qo'yiladi. Ular orasiga linza joylashtirilgan. Strelkaning tasviri ekranga aniq tushmaguncha linzani taglikning chap va o'ng tomoniga siljitib turiladi. Strelkaning tasviri aniq bo'lganda linza holatini belgilab α va b larning qiymatlari yozib olinadi. α va b larni (2) formulaga

qo'yib linzaning bosh fokus masofasi f ning qiymati topiladi. Shu tajribani bir necha marta takrorlab f ning o'rtacha qiymatini olish kerak.

2-Usul. Fokus oralig'ini buyum bilan uning tasviri attaligiga va linza bilan tasvir orasidagi masofaga qarab aniqlash

Buyum kattaligini ℓ , tasvir kattaligini L va linzadan buyumgacha bo'lgan masofani a bilan, tasvirgacha bo'lgan masofani b bilan belgilaymiz. Bu kattaliklarning o'zaro bog'lanishi quyidagicha:

$$\frac{1}{L} = \frac{a}{b} \quad \text{bundan} \quad a = b \frac{L}{L}$$

a ning bu qiymatini (1) formulaga qo'yib, linzaning fokus masofasini topamiz.

$$f = b \frac{L}{L + l} \quad (3)$$

Strelka chizilgan qog'oz bilan ekran orasiga linza joylashtirilib, ekranga strelkaning kattalashtirilgan tasvirini hosil qilish kerak. Chizg'ich yordamida strelka kattaligini o'lchab, so'ngra ekranda hosil bo'lgan kattaligini o'lchash kerak. Tasvir bilan linza orasidagi masofani taglikdagi santimetrli shkaladan aniqlash mumkin. Yuqorida o'lchangan qiymatlarni (3) formulaga qo'yib, linzaning fokus masofasi topiladi.

Ekran bilan lampa joylashtirilgan yorug'lik manbai holatini o'zgartirib, bu tajribani bir necha marta takrorlash va f ning o'rtacha qiymatini olish kerak.

3-Usul. Linzani siljitish yo'li bilan uning fokus masofasini aniqlash

Agar buyum (strelka) bilan uning tasviri orasidagi A masofa linzaning to'rtlangan fokusi (Δf) dan katta bo'lsa, linzaning ikki xil holatida ham buyumning tasviri hosil bo'ladi, ammo 1-holatda tasvir kichraygan bo'lib, 2-holatda kattalashgan bo'ladi. Har ikkala holatda ham linza buyum bilan uning tasviri orasidagi masofaning o'rtasida simmetrik ravishda turadi:

$$f = \frac{(A - l - x)(x + 1)}{A}$$

ikkinchi holat uchun

$$f = \frac{(A-x)x}{A}$$

Bu tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib quyidagini yozamiz:

$$X = \frac{(A-l)}{2}$$

bunda x – kichiklashgan tasvirdan ekrangacha bo'lgan masofadir, x ning bu qiymatlarini $A-l-x$ ifodasiga qo'y sak.

$$A-l-x = \frac{(A-l)}{2}$$

ifoda chiqadi, ya'ni linza ikkala vaziyatda ham buyumdan va tasvirdan uzoqlikda joylashgan va shuning uchun buyum bilan tasvir orasidagi masofaning o'rtasiga nisbatan simmetrik bo'ladi. Linzaning fokus oralig'ini topish uchun linzaning vaziyatlaridan birini, masalan: birinchisini ko'rib chiqamiz: linza birinchi vaziyatida turganda buyum bilan linza orasidagi masofa:

$$a = \frac{(A-l)}{2}$$

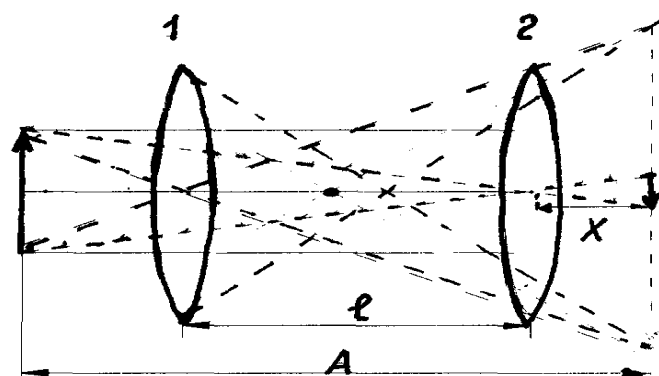
linza bilan tasvir orasidagi masofa:

$$b = \frac{(A+l)}{2}$$

ga teng. a va b ning qiymatlarini (2) formulaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$f = \frac{A^2 - l^2}{4A} \quad (4)$$

Buyum bilan ekranni bir-biridan $A > 4f$ masofaga qo'yib, ular orasiga linza joylashtiriladi. Linzani optik taglik bo'yicha chap va o'ng tomonga surib, buyumning aniq tasviri, masalan, aslidan katta tasvir hosil qilinadi. Taglikdagi santimetrli shkaladan linzaning turgan o'rni yozib olinadi. So'ngra linzani siljitib buyumning aslidan kichik tasviri hosil qilinadi. Linzaning mana shu holati taglikdagi santimetrli shkaladan yozib olinadi. Bu tajribani bir necha marta takrorlab, ekran bilan buyum oralig'i A va siljish masofasining o'rtacha qiymati topiladi. Olingan qiymatlarni (4) formulaga qo'yib qavariq linzaning fokus oralig'i topiladi. Tajribaning oxirida xatoliklar hisoblanadi.



1-rasm

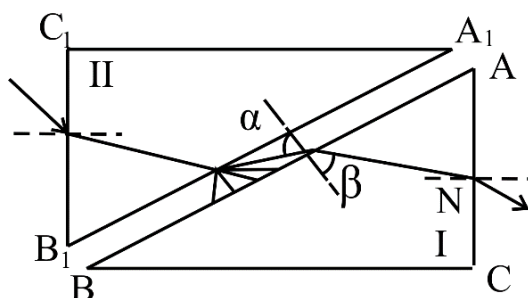
Sinov savollari

1. Geometrik optika qonunlarini tushuntiring.
2. Linza formulasini yozing.
3. Botiq va qavariq linzalarda tasvir yasashni ko'rsating.
4. Linzalarning ishlatilish sohalari. Ko'z.
5. Ishni bajarish tartibi tushuntiring.

**21-§. Laboratoriya ishi № 21. Refraktometr yordamida
suyuqliklarning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash
(Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish
ko‘rsatkichini aniqlash va o‘rtacha dispersiyasini topish)**

Asbobning ishlash prinsipi va optik sxemasi. Bu ishda IRF-22 tipidagi refraktometr ishlatiladi. Uning ishlash prinsipi, yorug‘likning sindirish ko‘rsatkichi turlicha bo‘lgan ikki muhit chegarasidan o‘tishda sodir bo‘ladigan hodisaga asoslangan.

Shaffof suyuqliklarning sindirish ko‘rsatkichi undan o‘tuvchi yorug‘likda aniqlanadi. Tekshiriladigan suyuqlikning bir necha tomchisi I va II prizmaning (1-rasm) gipotenuza yoqlari orasiga qo‘yiladi, I prizmaning AB yog‘i silliqlangan bo‘lib, u o‘lchash prizmasi, II prizmaning A_1B_1 yog‘i silliqlangan bo‘lib (matoviy), u yorituvchi prizma deb ataladi. Yoru‘glik manbaidan kelayotgan nur II prizmaning C_1B_1 yog‘idan sochilib chiqadi va turli yo‘nalishlarda suyuqlikka kiradi. Undan o‘tib I prizmaning AB yog‘iga tushadi. Sindirish ko‘rsatkichi I prizmaning sindirish ko‘rsatkichidan kichik bo‘lgan moddalar tekshirilishi mumkinligidan, hamma yo‘nalishda ketgan yorug‘lik nurlari I prizmaga sinib o‘tadi.



1-rasm

Sinish qonunidan $n \sin \alpha = N \sin \beta$

(1) bu yerda n – tekshirilayotgan moddaning sindirish ko‘rsatkichi, α – yorug‘likning tushish burchagi; N – I prizmaning sindirish ko‘rsatkichi; β – yo‘rug‘likning sinish burchagi.

Bu formuladan ko‘rinadiki, α ning oshishi bilan ham oshib boradi. Sinish burchagi 90° bo‘lgandagi tushish burchagining β maksimal qiymati ga chegaraviy burchak deyiladi. $\alpha = 90^\circ$ va $\sin \alpha = 1$ ni hisobga olib (1) – formuladan qo‘yidagini hosil qilamiz:

$$\sin \alpha = \frac{N}{n} \quad (2)$$

Haqiqatda, sindirish ko'rsatkichini hisoblash formulasi ancha murakkab bo'ladi, chunki nur yana I prizmaning AC yog'ida ham sinadi.

Agar prizmadan chiqayotgan nurlar yo'liga ko'rish trubasini qo'ysak, uning ko'rish maydonining pastki qismi yorug', ustki qismi qorong'u bo'lib qoladi. Ko'rish trubasidan kuzatilib yorug'-qorong'ulik chegarasi krestning o'rtasiga to'g'rilanadi va asbob shkalasidan sindirish ko'rsatkichining qiymati yozib olinadi.

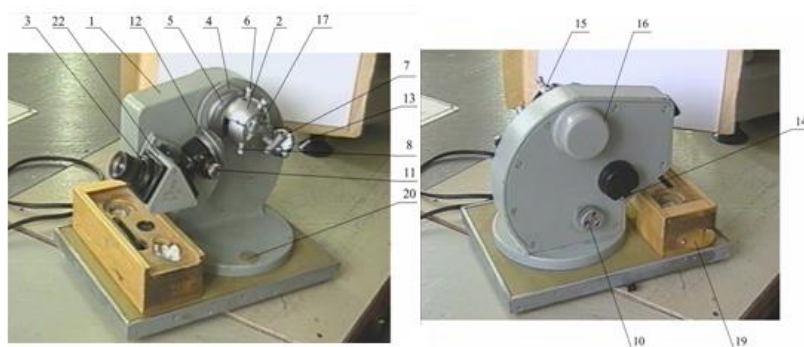
Asbobning tavsifi. Refraktometr quyidagi qismlardan iborat: korpus (1), o'lchash boshchasi (2) va ko'rish trubasi (3) bilan sanoq qurilmasi.

O'lchash boshchasi korpusga mahkamlangan bo'lib, ichi g'ovak ikkita quyma yarim sharlardan iborat. Ular yorituvchi va o'lchash prizmalarini tutib turadi. Moddalarning sindirish ko'rsatkichi temperaturaga bog'liq bo'lganligi uchun o'lchash vaqtida uni o'zgarmaydigan qilib saqlash kerak.

Yorug' - qorong'ulik chegarasini topib setkadagi krest o'rtasiga to'g'rilash uchun (10) maxovikni (2-rasm) aylantirib o'lchash boshchasini burish kerak.

Maxovik (11) yordamida bir vaqtda ikki prizmani ikki tomonga aylantirish mumkin. Kompensator bilan birga shkalali (12) baraban ham aylanadiki, undan o'rtacha dispersiya aniqlanadi. Tekshirilayotgan modda (13) ko'zgu bilan, shkala esa (14) ko'zgu bilan yoritiladi.

Shaffof suyuqliklarning sindirish ko'satkichini aniqlash. Prizmalar orasini ochib, o'lchash prizmasi yuziga bir necha tomchi tekshiriladigan suyuqlikdan tomizib, yoritish prizmasini uning ustiga yopish kerak. Ko'zguning shunday holatini topish kerakki, u ko'rish maydonini yaxshi yoritsin. Suyuqlik prizmalar orasini to'la qoplashi kerak, uning ichida havo pufakchalari qolmasligi kerak. Okulyarga qarab (10) barabanni burish bilan yorug'-qorong'ulik chegarasi topiladi. (11) maxovik yordamida uning rangi yo'qotiladi va krestning o'rtasiga to'g'rilanadi. Shkaladan sindirish ko'rsatkichining qiymati yozib olinadi. Setkadagi gorizontali to'g'ri chiziq hisoblash nuqtasidir. Butun, o'ndan bir, yuzdan bir va mingdan bir bo'laklari shkaladan topiladi, o'n mingdan bir bo'lagi ko'zda chamalab topiladi.



2-rasm

O‘rtacha dispersiyani aniqlash. O‘rtacha dispersiyani aniqlashda tekshiriladigan modda oldingi mashqdagi kabi o‘rnatiladi. Kompensator prizmalaridan birini ikkinchisiga nisbatan burish dispersiya o‘lchovi bo‘lib xizmat qiladi. Bu (11) maxovikni chegara rangdorligi to‘la yo‘qolguncha aylantirish bilan bajariladi. Shu vaqtda hisob 120 bo‘lakka bo‘lingan (12) barabandan olinadi.

O‘lchash vaqtida barabanning ikki tomonidan ham 4-5 marta hisob olish va uning o‘rtacha qiymati Z ni topish kerak. Z ning bu topilgan qiymatiga va shu moddaning aniqlangan n_D sindirish ko‘rsatkichiga asosan ishdagi jadvaldan foydalanib o‘rtacha dispersiya qiymati $n_F - n_C$ topiladi. Buning uchun n_D ning o‘lchab olingan qiymati uchun jadvaldan A va B lar topiladi. Agar n ning ushbu qiymati jadvalda berilmagan bo‘lsa, A va B kattaliklar interpolyatsiya formulasidan foydalanib topiladi. Z ning aniqlangan qiymati uchun δ topiladi. Agar Z ning qiymati butun son bo‘lmasa, δ ning qiymati ham interpolyatsiya yo‘li bilan topiladi. Shuni hisobga olish kerakki, Z ning 30 dan katta qiymatlari uchun, δ ning qiymati manfiy bo‘ladi.

Interpolyatsiya formulasi:

$$A_x = A_1 + \frac{A_2 - A_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

$$B_x = B_1 + \frac{B_2 - B_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

$$\delta_x = \delta_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

Jadvaldan olingan A , B va δ kattaliklarning qiymatlariga asosan o‘rtcha dispersiya qo‘yidagicha hisoblanadi:

$$n_F - n_C = A + B\delta \quad (3)$$

Bunda n_F – vodorodning F chizig‘iga ($\lambda = 486,1$ nm) tegishli sindirish ko‘rsatkichining qiymati;

n_C – vodorodning C chizig‘iga ($\lambda = 656,1$ nm) tegishli sindirish

ko'rsatkichining qiymati;

O'rtacha dispersiya va sindirish ko'rsatkichining ma'lum qiymatlariga asosan, ko'pincha nisbiy dispersiya deb ataluvchi kattalik hisoblanadi;

n_D –natriyning D chizig'iga ($\lambda=589,3$ nm) tegishli sindirish ko'rsatkichining qiymati.

Ba'zi holatlarda unga teskari bo'lgan va dispersiya koeffitsiyenti yoki Abbe soni deb ataluvchi kattalik hisoblanadi:

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (4)$$

Misol: Suv uchun $t^0=20^0\text{C}$ $n_D=1,3330$

Kompensator barabanidan olingan hisob

O'ng tomonga burilgandagi qiymati	Chap tomonga burilgandagi qiymati	O'rtacha qiymat
41,7	42,1	
41,7	42,2	
41,6	42,0	
42,0	41,9	
41,8	41,9	
O'rtacha 41.8	O'rtacha 42	41.9

$$z_{o'r} = \frac{41,8 + 42}{2} = \frac{83,8}{2} = 41,9$$

Jadvaldan $n_D=1,3330$ uchun interpolyatsiya formulasidan foydalanib $A=0,02418$; $B=0,03120$ va $z=41,9$ va $\delta=0,584$ lar uchun o'rtacha dispersiya va dispersiya koeffisientlarini hisoblaymiz

$$n_F - n_C = A - B \cdot \delta = 0,02418 - 0,01822 = 0,00596.$$

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} = \frac{0,3330}{0,00596} = 55,8.$$

O'rtacha dispersiyani aniqlash jadvali

n_D	A	Δ	B	Δ	n_D	A	Δ	B	Δ
1,300	0,02437	-6	0,03168	-13	1,510	0,02356	-2	0,02558	-49
1,310	0,02431	-5	0,03155	-14	1,520	0,02354	-1	0,02509	-52
1,320	0,02425	-5	0,03141	-16	1,530	0,02353	-1	0,02457	-54
1,330	0,02420	-5	0,03124	-17	1,540	0,02352	0	0,02403	-57
1,340	0,02415	-5	0,03108	-19	1,550	0,02352	0	0,02346	-59
1,350	0,02410	-5	0,03089	-20	1,560	0,02352	0	0,02287	-62
1,360	0,02405	-4	0,03069	-22	1,570	0,02352	+1	0,02225	-65
1,370	0,02401	-5	0,03047	-24	1,580	0,02353	+1	0,02160	-68
1,380	0,02396	-4	0,03023	-25	1,580	0,02354	+2	0,02092	-71
1,390	0,02392	-4	0,02998	-27	1,600	0,02356	+2	0,02021	-74
1,400	0,02388	-4	0,02971	-29	1,610	0,02358	+3	0,01947	-78
1,410	0,02384	-4	0,02942	-30	1,620	0,02361	+4	0,01869	-83
1,420	0,02380	-4	0,02912	-32	1,630	0,02365	+5	0,01786	-88
1,430	0,02376	-3	0,02880	-34	1,640	0,02370	+6	0,01698	-93
1,440	0,02373	-3	0,02846	-36	1,650	0,02376	+7	0,01605	-99
1,450	0,02370	-3	0,02810	-37	1,660	0,02383	+8	0,01506	-106
1,460	0,02367	-3	0,02773	-39	1,670	0,02391	+9	0,01400	-116
1,470	0,02364	-2	0,02734	-41	1,680	0,02400	+11	0,01286	-124
1,480	0,02362	-3	0,02693	-43	1,690	0,02411	+14	0,01162	-137
1,490	0,02359	-2	0,02650	-45	1,700	0,02425		0,01025	
1,500	0,02357	-1	0,02605	-47					

Z	σ	Δ	Z	Z	σ	Δ	Z
0	1000	-1	60	16	0,669	-40	44
1	0,999	-4	59	17	0,629	-41	43
2	0,995	-7	58	18	0,588	-43	42
3	0,988	-10	57	19	0,545	-45	41
4	0,978	-12	56	20	0,500	-46	40
5	0,966	-15	55	21	0,454	-47	39
6	0,951	-17	54	22	0,407	-49	38
7	0,934	-20	53	23	0,358	-49	37
8	0,914	-23	52	24	0,309	-50	36
9	0,891	-25	51	25	0,259	-51	35
10	0,866	-27	50	26	0,208	-52	34
11	0,939	-30	49	27	0,156	-52	33
12	0,809	-32	48	28	0,104	-52	32
13	0,777	-34	47	29	0,052	-52	31
14	0,743	-36	46	30	0,000		30
15	0,707	-38	45				

NAZORAT SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi.
2. Ishda qo'llanilgan asbobning optik sxemasi va ishlash prinsipi.
3. Geometrik optika qonunlari.
4. Nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichi va uning fizik ma'nosi.
U qaysi faktorlarga bog'liq.
5. To'la ichga qaytish hodisasi va uning amalda qo'llanilishi.
6. Yorug'likning sinishini Gyuygens va Nyuton nazariyasi bo'yicha tushuntirish.
7. Yorug'lik tabiati haqidagi hozirgi zamon tasavvurlari.

III BOB. TALABALARGA MUSTAQIL TA'LIM UCHUN TAVSIYA QILINGAN LABORATORIYA ISHLARI

1-§. Laboratoriya ishlarini virtual holatda yig'ish va bajarish

1.1. Laboratoriya ishi № 22. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashni o'rganish

Ishning maqsadi: o'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o'rganish.

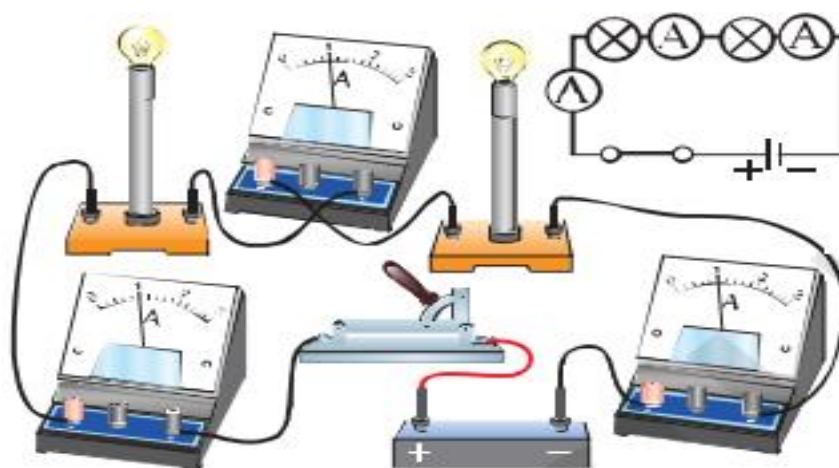
Kerakli jihozlar: tok manbai, turli qarshilikka ega bo'lgan ikkita rezistor (qarshiligi 100-150 Ω atrofida), milliampermetr, voltmeter, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy ma'lumotlar. Elektr zanjiriga bitta emas, balki bir necha iste'molchilarni ulashga to'g'ri keladi. Bunda iste'molchilar o'zaro **ketma-ket** yoki **parallel** holda ulanadi. Biz quyida iste'molchilar ketma-ket ulangan elektr zanjirini qarab chiqamiz.

1. Ketma-ket ulangan zanjirda tok knchi

Ikkita lampochkani ketma-ket ulab, 1-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Kalit ulanganda zanjirdan tok o'tadi va lampochkalar yonadi. Bunda zanjirga ulangan uchala ampermetr bir xil qiymatni ko'rsatadi. Demak, zanjirdan o'tayotgan umumiy tok kuchi I , birinchi va ikkinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchlari I_1 va I_2 bir xil bo'lar ekan:

$$I = I_1 = I_2 \quad (1)$$



1-rasm

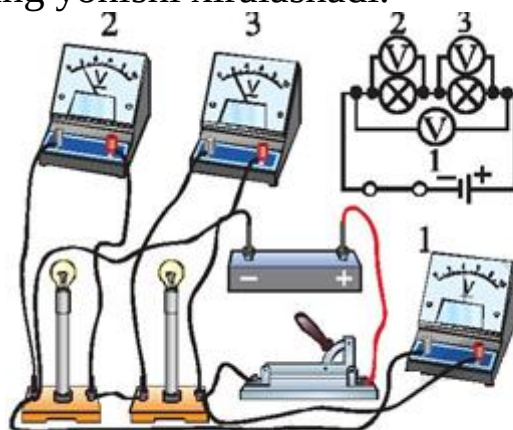
Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo'lsa, ulardan

o'tayotgan tok kuchlari ham bir-biriga teng bo'ladi:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n. \quad (2)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, har bir iste'molchidan o'tayotgan tok kuchlari bir xil bo'ladi.

Ketma-ket ulangan zanjirda kuchlanish. 2-rasmdagi elektr zanjir kaliti ulanganda 1-voltmetr 4 V ni, 2- va 3-voltmetrlar 2 V ni ko'rsatadi. Lampochkalarining yonishi xiralashadi.



2-rasm.

Zanjirdagi to'liq kuchlanish ketma-ket ulangan ikkala lampochkadagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U = U_1 + U_2 \quad (3)$$

Agar n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (4)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish har bir iste'molchidagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi.

Om qonuniga binoan, 2-rasmdagi elektr zanjirda birinchi lampochkadagi kuchlanish $U_1 = IR_1$ ga, ikkinchi lampochkadagi kuchlanish $U_2 = IR_2$ ga teng. Bu ifodalardan zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2). \quad (5)$$

Zanjirdagi lampochkalarining to'liq qarshiligi R ga, ulardan o'tayotgan tok kuchi I ga tengligidan foydalanib, to'liq kuchlanish U uchun quyidagi formulani yozishimiz mumkin:

$$U = IR. \quad (6)$$

(5) va (6) tengliklarning o'ng tomonlarini tenglashtiramiz:

$IR = I(R_1 + R_2)$, bundan to'liq qarshilikni aniqlaymiz:

$$R = R_1 + R_2. \quad (7)$$

Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi o'tkazgichlarning to'liq qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (8)$$

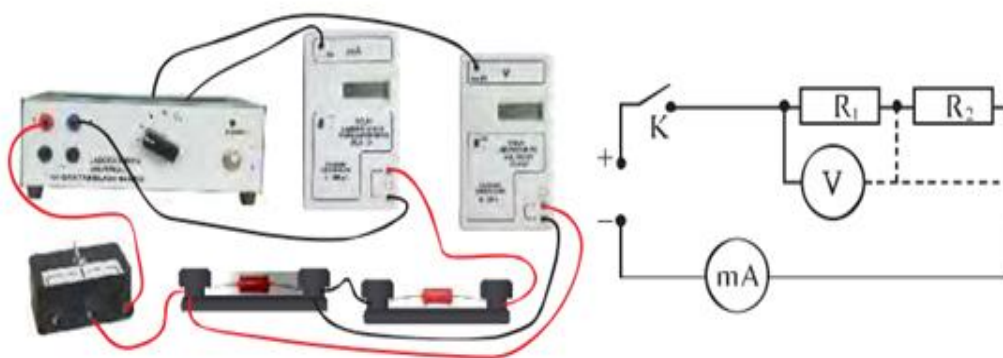
Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq qarshilik har bir iste'molchi qarshiliklari yig'indisiga teng bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'ing. Voltmetr birinchi rezistorning uchlariga ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi.

2. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo'yiladi.

3. Kalit ulanadi. Rezistordan o'tayotgan tok kuchi I (A) va uning uchlaridagi kuchlanish U (V) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.



3-rasm

4. Kalit uziladi. Voltmetrni birinchi rezistordan uzib, uni ikkinchi rezistor uchlariga ulang.

5. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchi (I_2) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

6. Kalit uziladi. Ketma-ket ulangan rezistorlarning uchlariga voltmetr ulanadi.

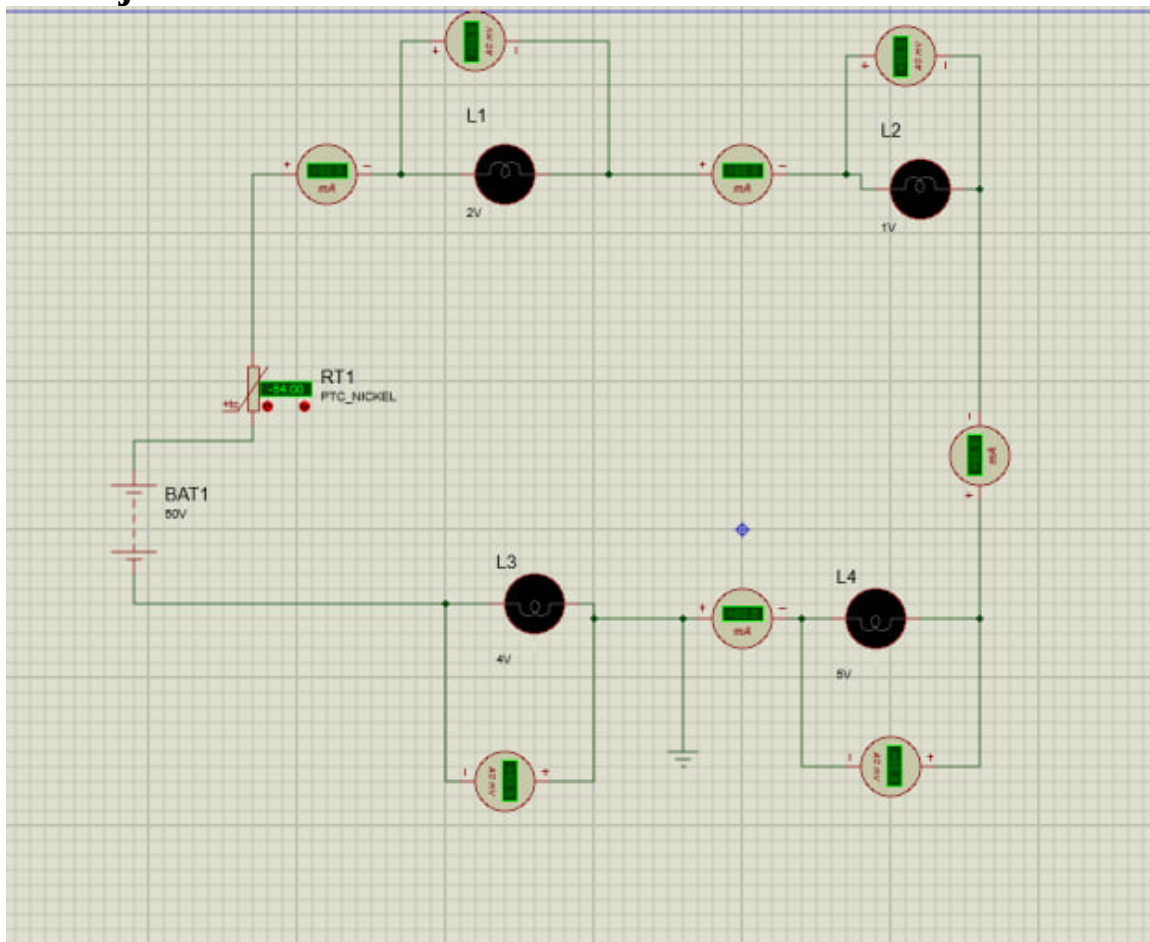
7. Kalit ulanadi. Rezistordan o'tayotgan tok kuchi va uning uchlaridagi kuchlanish (U_{AB}) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

8. Kalit uziladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo'yiladi va tajriba takrorlanadi.

№	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω	U_{AB}, V	I, mA
1								
2								
3								

9. Tajriba natijalari asosida ketma-ket ulangan iste'molchilar uchun asosiy qonuniyatlarning bajarilishini tekshiring.

Protous dasturida aralash yig'ilgan istemolchilarni yig'amiz va ishni bajarishimiz mumkin



Ishni bajarish tartibi:

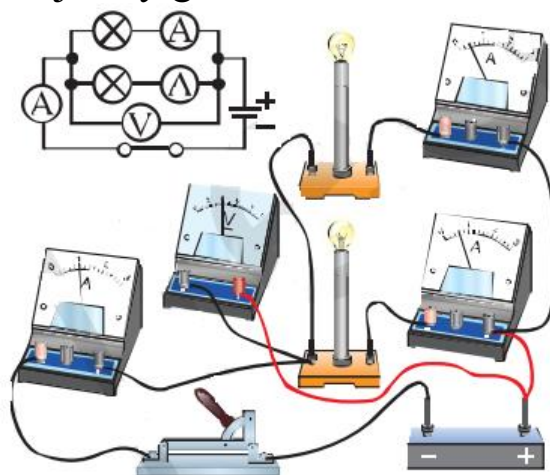
1. Protous dasturida sxemani yig'amiz.
2. Ampermetr va voltmeter chegaralarini milliampermetr va millivoltmetr xolatiga keltiramiz.
3. Istemolchilar istemol kuchlanishini 2V, 3V, 4V va 5V qilib belgilaymiz.
4. Termoreztor o'lchash chegarasini minimal (0)ga keltiramiz.
5. Termoreztorni haroratini har $1^{\circ}C$ ga o'zgartirilganda har bir ampermetr va voltmeter qiymatlarini yozib olamiz.
6. Olingan har $1^{\circ}C$ ga o'zgargandagi termoreztor qiymatlari, har bir ampermetr va voltmeter qiymatlari orqali jadval va grafiklar chiziladi.

2. O'tkazgichlarni parallel ulash

Ishning maqsadi: o'tkazgichlar parallel ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o'rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbayi, turli qarshilikka ega bo'lgan ikkita rezistor (qarshiligi 200-300 Ω atrofida), milliampermetr, voltmetr, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy ma'lumotlar. Ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan 4-rasmdagi elektr zanjirni yig'amiz.



4-rasm

Bunda ikkala lampochka bir xil tarzda 1 va 2 ampermetrlarga ketma-ket ulanadi. Ularga parallel ulangan voltmetr 4 V kuchlanishni ko'rsatsin. Bu voltmetrning ko'rsatishi har bir lampochkadagi kuchlanishni ham, zanjirdagi to'liq kuchlanishni ham ifodalaydi.

Demak, parallel ulangan ikkala lampochkada kuchlanish bir xil bo'lib, u zanjirdagi to'liq kuchlanishga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U = U_1 = U_2. \quad (9)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulangan bo'lsa, u holda ulardagi kuchlanishlar teng bo'ladi:

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n. \quad (10)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, har bir o'tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish bir xil bo'ladi.

Parallel ulangan zanjirdagi tok kuchi. Kalit ulanganda birinchi ampermetr $I_1 = 0,6$ A ni, ikkinchi ampermetr esa, $I_2 = 0,4$ A ni ko'rsatsin. U holda zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi ampermetr $I = 1$ A ni ko'rsatadi. Demak, parallel ulangan birinchi va ikkinchi lampochkalardan o'tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlarining yig'indisi I to'liq tok kuchiga, ya'ni zanjirning tarmoqlanmagan qismidan o'tayotgan tok kuchiga teng bo'ladi:

$$I=I_1+I_2. \quad (11)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to'liq tok kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$I=I_1+I_2+I_3+ \dots + I_n. \quad (12)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi to'liq tok kuchi har bir iste'molchidagi tok kuchining yig'indisiga teng bo'ladi.

Parallel ulangan zanjirdagi qarshilik. 4-rasmda tasvirlangan zanjirdagi birinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi Om qonuniga

binoan $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ga, ikkinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ga, to'liq tok kuchi esa $I = \frac{U}{R}$ ga teng. Bunda R_1 va R_2 - birinchi va ikkinchi lampochkaning elektr qarshiliklari, R - ikkala lampochkaning toliq qarshiligi.

Bu uchala formulani (11) ga qo'yib quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \text{ yoki } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

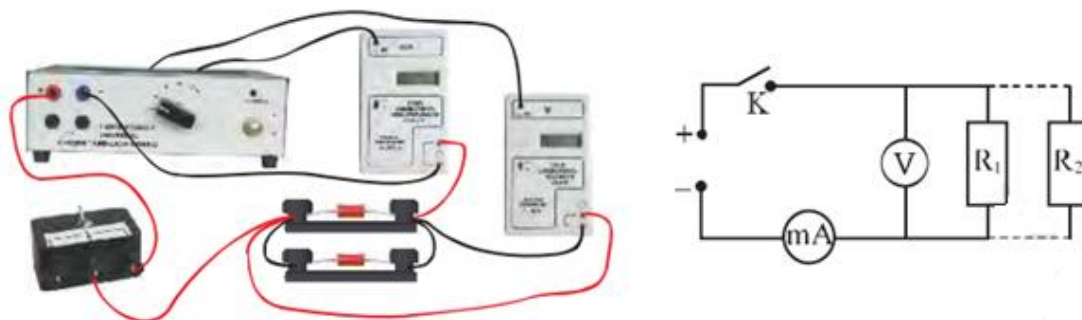
Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to'liq qarshilikning teskari kattaligi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (13)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjir to'liq qarshiligidining teskari kattaligi har bir iste'molchi qarshiligidining teskari kattaliklari yig'indisiga teng.

Ishni hajarish tartibi

1. Rasmda tasvirlangan elektr zanjiri yig'iladi. Voltmetr har ikki rezistor uchlariga parallel ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo'yiladi.



4-rasm

2. Kalit ulanadi. Rezistorlardan o'tayotgan tok kuchi (I) va uning uchlaridagi kuchlanish (U) o'chanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

3. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.

4. Kalit ulanadi. Ampermetr birinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchini ko'rsatadi (I_1).

5. Voltmetr yordamida uning uchlaridagi U_1 kuchlanish o'chanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

6. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistordan uzilib, ikkinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.

7. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchi (I) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

8. Kalit uziladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo'yiladi va tajriba takrorlanadi.

№	U, V	I, mA	R_p, Ω	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω
1									
2									
3									

9. Tajriba natijalari asosida parallel ulangan iste'molchilar uchun asosiy qonuniyatlaming bajarilishini tekshiring.

Nazorat savollari

1. Iste'molchilar ketma-ket ulanganda nima sababli ulardan bir xil tok oqadi?

2. Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish va har bir iste'molchidagi kuchlanish orasidagi munosabat qanday bo'ladi?

3. Ketma-ket ulangan zanjirga qo'shimcha iste'molchi ulanganda nima sababdan qarshiligi ortadi?

4. Nima sababli xonadon va avtomobillarning elektr simlarini ulashda ketma-ket ulashdan foydalanilmaydi?

5. Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi kuchlanish va har bir iste'molchi uchlaridagi kuchlanish orasida qanday munosabat bo'ladi?

6. Parallel ulangan iste'molchidagi tok kuchi bir xil bo'ladimi? Ularning qiymati nimalarga bog'liq?

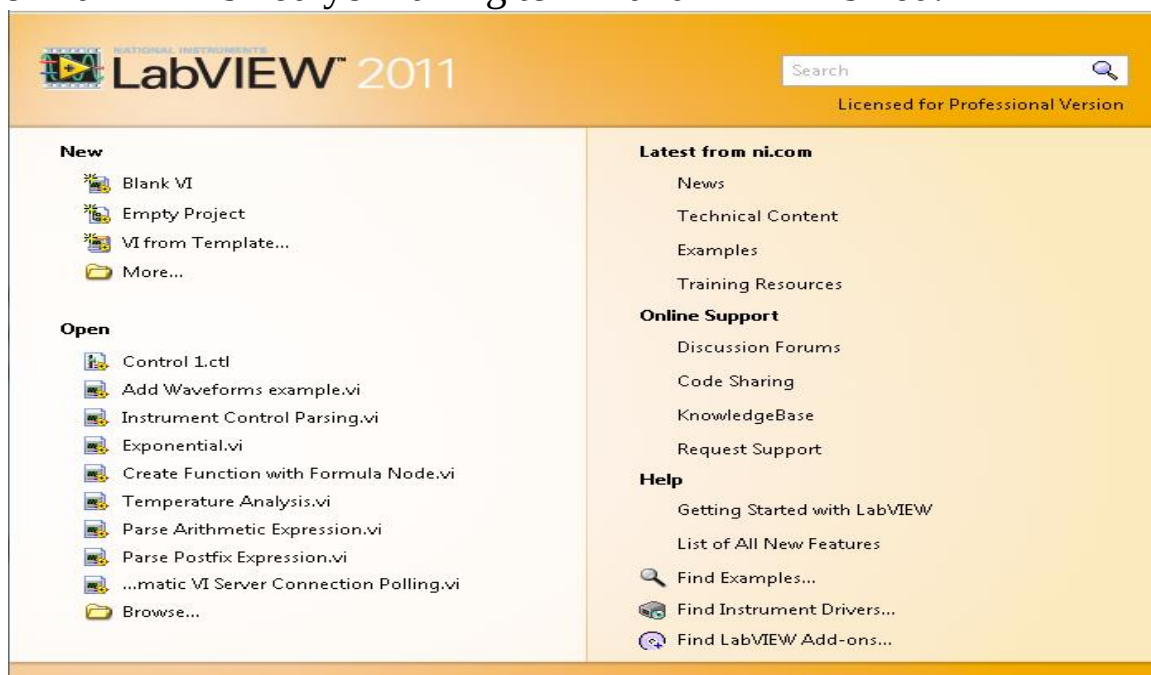
7. Parallel ulangan iste'molchilarning to'liq qarshiligi har bir iste'molchi qarshiligi orqali qanday ifodalanadi?

2-§. LabVIEW dasturi asosida bajarilishi tavsiya qilingan laboratoriya ishlari

2.1. Laboratoriya ishi № 23. LabVIEW dasturida elektron ossilograf yig'ish va undan signal spektrilarini o'rganish

Signal spektri va signallarni modulyatsiyalashga LabVIEW dasturini ishga tushurishda bizga kerakli elementlarni quyidagicha boshqarishimiz mumkin. Bizga ishchi asboblari tayyor virtual asboblari bilan ishlanganda faqat old panelda ko'rinadi. Blok-diagramma bizga faqat VA amalini yaratish uchun kerak. Old panel VA amalining tashqi ko'rinishini belgilaydi va foydalanuvchining asbob bilan o'zaro ta'sirlashish interfeysi hisoblanadi. U kiritish va boshqarishning turli elementlariga ulab uzgichlar, almashma ulagichlar, kiritish maydoni va boshqa elementlariga ega bo'ladi. Chiqarish elementlariga raqamli indikatorlar, grafik ekranlar va boshqa elementlarga ega.

LabVIEW dasturida ulagichlar – terminallar to'plami, mos ravishda boshqariluvchi organlar va indikatorlar bilan uzviy bo'g'langan. Piktogramma VI da korgazmali ravishda bo'lishi, matn yozma ko'rinishida yoki uning terminallari ko'rinishida.



1-rasm. LabVIEW dasturlash paneli

Ulagichlarning parametrlar ro'yxati funksiya parametrlariga o'xshashdir. Ulagichlar terminal parametrlariga o'xshash tarzda bajariladi. Har bir terminal mos ravishda old paneldagi alohida boshqariluvchi organ yoki indikator bilan bog'liq. Har bir VIda piktogrammalar asl holatda old panelning tepa o'ng qismida bo'ladi, strukturaviy sxemaning ham tepa o'ng qismida.

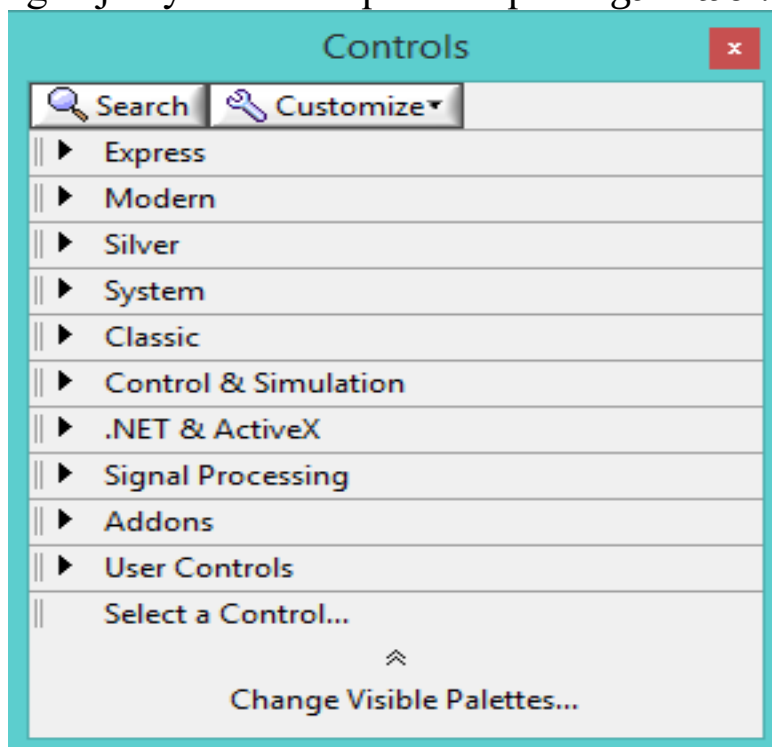


2-rasm. Asboblar paneli

Asboblar – sichqoncha kursorining maxsus rejimi, biz asboblardan ma'lum bir funksiyani bajarish uchun foydalanamiz. LabVIEW da ko'p asboblar Tools palitrasida joylashgan bo'ladi. Asboblar paneli Windows>>Show>> Tools Palette buyruqlar ketma-ketligi bilan hosil qilinadi. Redaktor rejimida bir instrumentni boshqa bir instrumentga alishtirish mumkin. Tools palitrasidan sichqonchani bosgan holda kerakli asbobni olish mumkin. <Tab>klavishidan foydalangan holda ketma-ket va tez-tez ishlatiladigan asboblarni alishtirishimiz mumkin. Probelni bosib qo'lcha yoki strelka holatiga o'tish mumkin, qachonki old panelda yoki strukturaviy sxemada g'altak yoki strelka kerak bo'lganda. Boshqarish paneli va funksionalniy panel bular strukturali to'plamlar ko'rinishida menyuda bo'ladi. Bu biblioteka interfeysi elementlaridan foydalanish uchun vosita hisoblanadi. Qachonki biron bir darcha tahriridan boshqasiga va interfeys paneli o'zgarganda, kerakli panel avtomatik ravishda namoyon bo'ladi. Boshqarish panelidan foydalanib, boshqarish elementi va indikatorlarni o'rnatishi va qo'shish mumkin. Butlangan menyuda har bir element

tog'ri kelgan obektda menyu ostida joylashgan bo'ladi. Buni chaqirish uchun Viyew>Controls Palette panelidan foydalanib hosil qilinadi.

Funksional panel elementlari diagrammalar yaratishda, ishchi algoritmlar tuzishda ishlatiladi. Funksionalniy panel ishlash uchun kerak bo'lgan eng asosiy turli xil tipdagi funksiyalarni va strukturali ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Shuningdek u turli xil eng oddiy algoritmdan tortib murakkab hisoblash algoritmlarini ham amalga oshirish imkoniyatlariga ega. Funksionalniy panel tugmani bosib programma ishga tushmasa, obyektlarni ko'rib chiqish va tuzatish mumkin. Saqlab qo'yilgan aloqa belgisini yoqish yoki o'chirish mumkin. Funksionalniy panel tugmani bosib strukturani ichiga kirib bajarilayotgan jarayon kamchiliklarini to'g'irlash mumkin. Funksionalniy panel tugmasi yordamida strukturadagi to'g'rilanayotgan jarayondan chiqib boshqa siklga o'tadi.

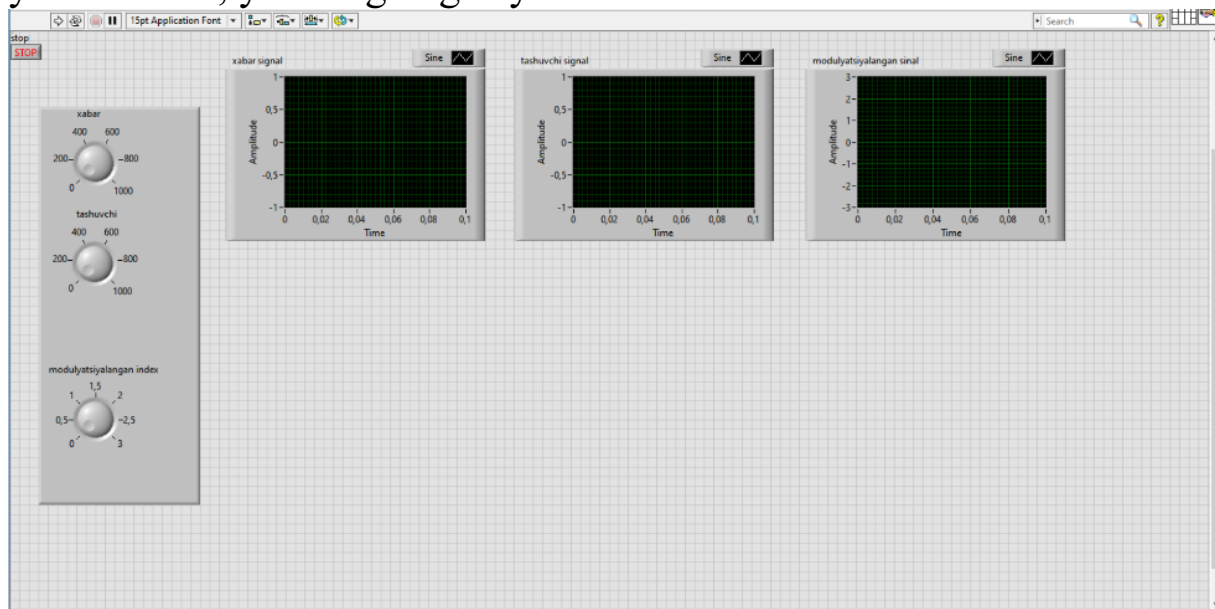


3-rasm. Boshqarish paneli

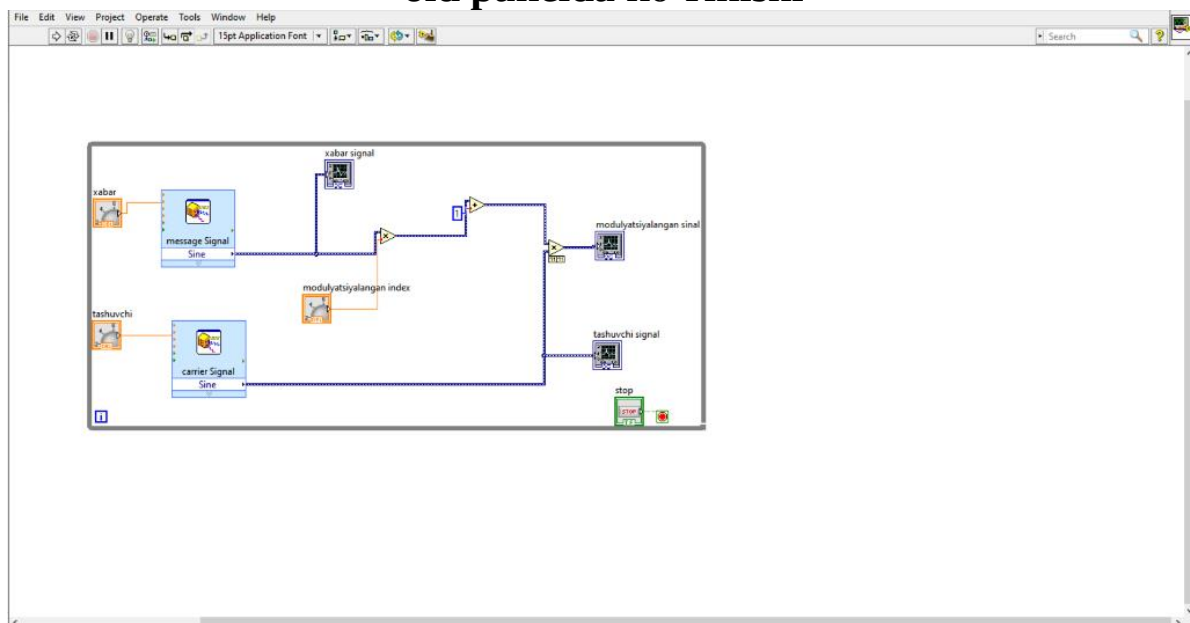
Old panelda obyektlarni hosil qilish uchun yangi obyekt hosil qilishda VI yoki ekranda mavjud zagrulkadan so'ng old panelda paydo bo'ladi. Old paneldan strukturaviy sxemaga o'tish uchun menyudan Windows>>show buyrug'i yordamida o'tishimiz mumkin. Old panelda yangi obyekt hosil qilishda Controls palitrasini tanlaymiz va bu palitradan Windows>>show>>controls palette buyrug'idan foydalanishimiz mumkin. Agar strelkani obyekt palitrasiga keltirsak,

palitra tepasida obyektning nomi paydo bo‘ladi. Sichqoncha tugmasini bosib obyektни tanlaymiz va uni old panelda ixtiyoriy joyga ko‘chirish mumkin. Va strukturaviy sxemada mos kelgan terminal hosil bo‘ladi. Yangi obyektни tanlashda strelkani obyekt ustiga olib kelib bossak, yoki to‘g‘ri burchak shaklini tanlab kursor bilan birgalikda bosib turib kerakli joyga qo‘yish mumkin. Panelda keraksiz obyektни o‘chirish uchun strelkani obyektga olib kelib "Delete" klavishini bossak keraksiz obyekt o‘chadi. Old panelda hosil qilingan obyektда to‘g‘ri burchakli belgi hosil bo‘ladi va unga xohlagan matnni kiritishimiz mumkin. U indikator nomi yoki boshqariluvchi organ nomi bo‘lishi mumkin. Agar matn kiritmasak, belgi o‘z- o‘zidan yo‘qoladi. Agar uni qaytadan chiqarmoqchi bo‘lsak, old paneldan obyekt menyusini tanlaymiz, undan Show >> Label buyrug‘i yordamida qaytadan chiqarish mumkin bo‘ladi. Obyekt menyusini qachonki sichqoncha kursori qo‘lda yoki strelka holatida obyektда bo‘lganida sichqoncha kursorini o‘ng tugmasini bosgan holda hosil qilamiz. Agar hosil qilib bo‘lingan obyektни qayta nomlamoqchi bo‘lsak, Tools palitrasidan nom beruvchi belgini tanlaymiz va mavjud bo‘lgan belgi maydonchasiga sichqoncha o‘ng tugmasini bosib matnni kiritib bo‘lgandan so‘ng <enter> tugmasini bosamiz. O‘lchamini va shriftini <Shrift> darchasi yordamida o‘zgartirishimiz mumkin. U old panelning va strukturaviy sxemaning tepa qismida joylashgan bo‘ladi. Buning uchun strelka bilan to‘g‘rilanuvchi obyektни tanlab olib, uning sozlovchisidan <Align objects> buyrug‘i bilan obyektни to‘g‘rilash yoki <Distribute Objects> buyrug‘i bilan obyektlarni taqsimlash mumkin. Agar bir nechta obyektlarni tanlamoqchi bo‘lsak, ikki xil usuldan foydalanishimiz mumkin. Birinchi usul-sichqonchani chap tugmasini bo‘sh joyga bosib to‘g‘ri burchak shaklda kengaytirishimiz mumkin. Ikkinchi usul-<Shift> klavishini bosgan holda har bir obyektни tanlab ularning joylashishini boshqarishimiz mumkin. Old panelda indikator yoki boshqariluvchi obyektning rangini o‘zgartirish mumkin. Uning uchun <Tools> palitrasidan <cho‘tka - kistni> buyrug‘ini tanlaysiz va uni kerakli obyekt ustiga ixtiyoriy rangni tanlab joylashtiramiz mumkin bo‘ladi. Biz kundalik turmush tarzimizda minglab matn, jadval, grafik, rasm, harakatdagi tasvir va boshqa turdagi axborotlarni qabul qilamiz hamda minglab matn, jadval, grafik, rasm, harakatdagi tasvir va boshqa turdagi axborotlarni tarqatamiz. Axborotlarni birinchi fazoviy nuqtadan

ikkinchi nuqtaga uzatish uchun uni biror bir fizik jarayonga yuklashimiz, ya'ni signalga aylantirishimiz lozim.



4-rasm. Signallar filtrlarini boshqarishning LabVIEW dasturida old panelda ko‘rinishi



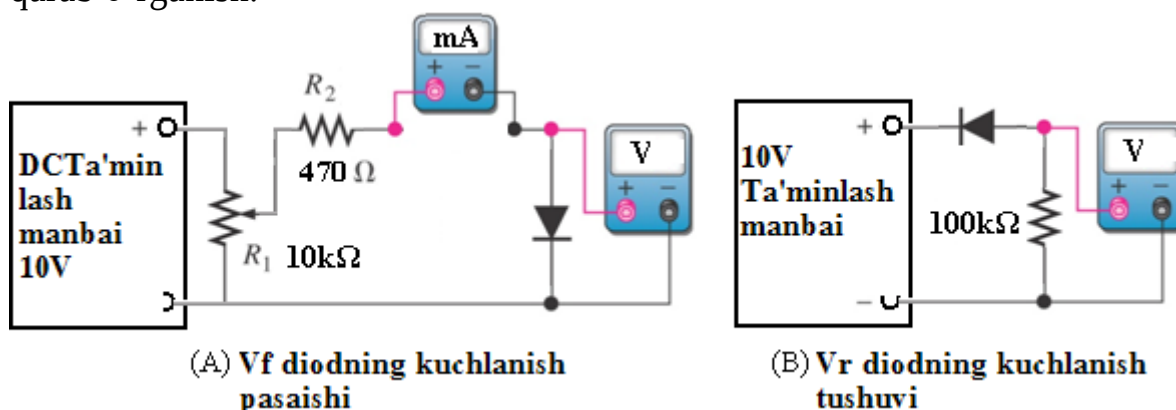
5-rasm. Signallar filtrlarini boshqarishning LabVIEW dasturida orqa panelda ko‘rinishi

Nazorat savollari

1. Ossilograf qanday qismlardan tshkil topgan.
2. Ossilograf ishlash prinspi va vazifasi.
3. Elektromagnit signallar qanday qonuniyat asosida hosil bo‘ladi.
4. Signallar spetri
5. Signallar filtrlari.

2.2. Laboratoriya ishi № 24. LabWIEV dasturida diodning volt- amper tavsifnomasini olish sxemasini yig'ish va undan foydalanish

Tajriba maqsadi: Diod xarakteristikasini voltp-ampere tavsifnomasiga qarab o'rganish.



Ishni labWIEV dasturida yig'ish va bajarish tartibi

1. Biz LabWIEV daturini yuklaymiz va bizda ikkita oyna ochiladi. Sxemani yig'ish uchun orqa panelga o'tamiz. Orqa paneldan diodning grafigi chizish uchun exponensial funksiya grafigini chizish uchun kerak bo'ladigan kattaliklarni quyidagi ketma-ketlikda yuklab olamiz. Sichqoncha o'ng tumasi bosamiz va Express → Arithmetic & comparasion → Exponensial → $(\exp(x)-1)$ ni tanlaymiz.
2. Sichqoncha o'ng tugmasini bosamiz Numeric → Dvide (bo'lish) tanlaymiz va ekranga yuklaymiz. Dvide (bo'lish) birinchi kirish qismiga sichqonchani olib borib o'ng tugmasini bosamiz va create bo'limidan control buyrug'ini yuklaymiz.
3. Dvide (bo'lish) ikkinchi kirish qismiga sichqonchani olib borib o'ng tugmasini bosamiz va create → constant buyrug'ini yuklaymiz va bu oynaga 0.025 eksponensial kattalikni kiritamiz.
4. Bu xosil bo'lgan Dvide (bo'lish)ning chiqish qismini Exponensial kirish qismiga ulaymiz.
5. Sichqoncha o'ng tugmasini bosamiz Numeric → Mantiplay (ko'paytirish) tanlaymiz va ekranga yuklaymiz.
6. Mantiplay (ko'paytirish) buyrug'ining birinchi kirish qismiga Exponensial ning chiqish qismini ulaymiz.
7. Mantiplay (ko'paytirish) ikkinchi qismiga kirish qismiga sichqonchani olib borib o'ng tugmasini bosamiz va create bo'limidan control buyrug'ini yuklaymiz.
8. Mantiplay (ko'paytirish)ning chiqish qismiga ham sichqonchani olib

borib o'ng tugmasini bosamiz va create→ indicator buyrug'ini yuklaymiz.

9. Sichqoncha o'ng tumasi bosamiz va programming→Structures→For Loop ni yuklaymiz. Bu For Loop oynasiga yig'ilgan sxemani joylashtiramiz.

10. Window → Show Front Panel buyrug'i yordamida old panelga o'tamiz.

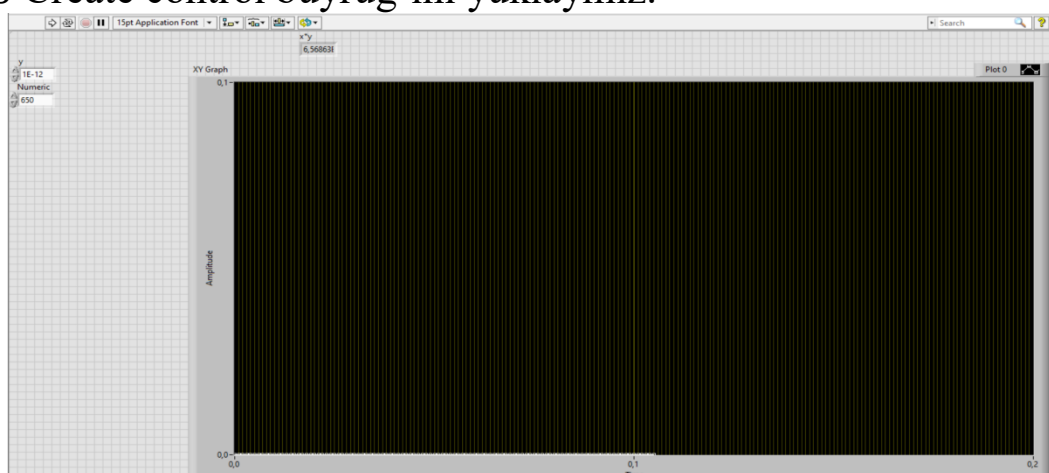
11. Sichqoncha o'ng tugmasini bosib Graph Indicator → XY Graph buyrug'ini ekranga yuklaymiz.

12. Window →Show Front Panel buyrug'i yordamida orqa panelga o'tib XY Graph buyrug'ining Y kirish qismini Mantiplay (ko'paytirish) qismining chiqish qismiga ulaymiz. X kirish qismiga esa Dvide (bo'lish) birinchi kirish qismi va create oralig'iga bog'laymiz.

13. Sichqoncha o'ng tugmasini bosamiz Numeric→Mantiplay (ko'paytirish) tanlaymiz va ekranga yuklaymiz va birinchi kirish qismiga sichqoncha o'ng tugmasi yordamida create→constant buyrug'ini yuklaymiz va bu oynaga 0.001 deb belgilash kiritamiz. Ikkinchi kirish qismini esa For Loop ning patki indikator qismini ulaymiz.

14. Mantiplay (ko'paytirish)ning chiqish qismini tok kuchini boshqarish uchun Dvide (bo'lish) birinchi kirish qismi bilan control buyrug'ini o'rniga ulaymiz.

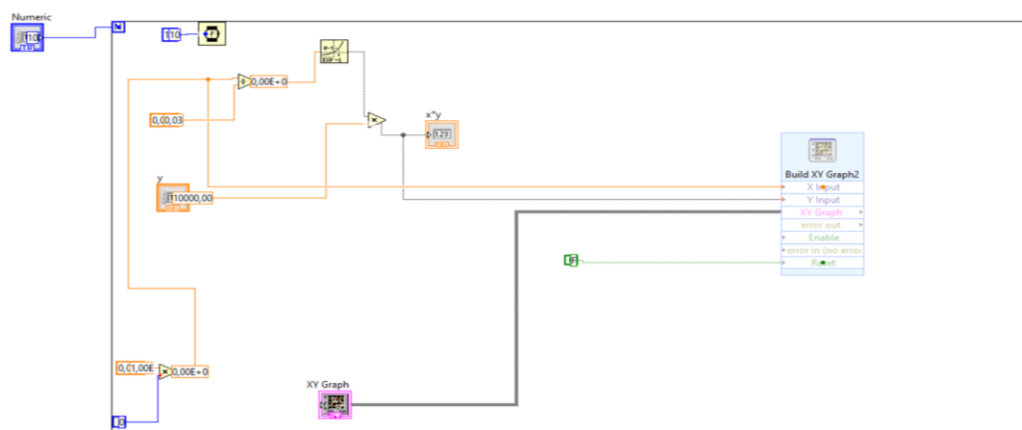
15. For Loop ning yuqori indikator qismiga sichqoncha olib borib o'ng bosib Create control buyrug'ini yuklaymiz.



1-rasm. Diodning LabWIEV dasturida yig'ilgan old paneli tasvirlangan

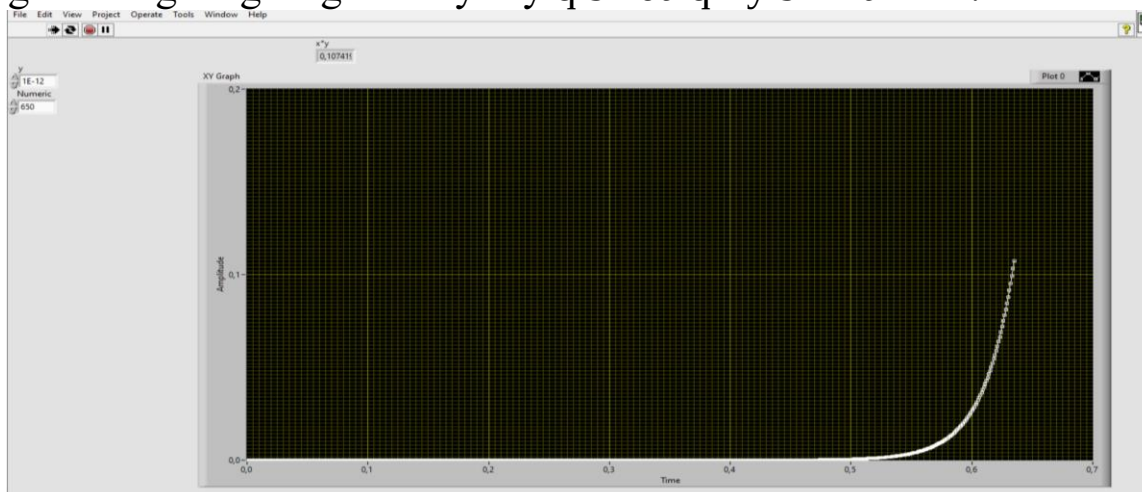
16. XY Graph birinchi indicatoriga sichqoncha o'ng tugmasi yordamida Create → constant buyrug'ini belgilaymiz va uni aktiv [F]

17. Window→Show Front Panel buyrug'i yordamida old panelga o'tamiz va Numerik Y- kordinata indicatoriga (1E-12) expenonsal chegarasini kiritamiz. Ikkinchi Numerik X- kordinata indicatoriga (650) chegarasini kiritamiz.



8. Biz jarayonning davomiyligini boshqarish uchun sichqoncha o'ng gmasi yordamida programming→Timing buyrug'ini belgiyaymiz. ming buyrug'ining bir qismiga jarayonni boshqarish vaqtini kiritamiz.

9. Biz old panelda berilgan XY Graph→Ploto 0 →Common Plots buyrug'idan signal grafigini ixtiyoriy qismda qo'yish mumkin.



Bu yig'ilgan Diodning LabWIEV dasturida yig'ilgan virtual sxemasi yordamida diodning volt-amper tavsifnomasini olish, har bir o'zgaruvchili ampermetr-voltmetrlar qiymatlarini kuzatish va grafigini chizishimiz mumkin.

Nazorat savollari

1. Yarim o'tkazgich materiallarga nimalar kiradi?
2. Diodda asossiy zaryad tashuvchilar nimalar?
3. Diodning volt-ampere tavsifnomasi.
4. Zonalarga elektr maydon kuchlanganligi va kulon kuchlarining tasirlari.
5. Diodda zaryad tashuvchilar xarakati nimalarga bog'liq.

2.3. Laboratoriya ishi № 25. Matematik mantiqiy amallarni LabWIEV dasturida bajarish

1. LabWIEV dasturini ochgach sichqoncha o'ng tugmasi yordamida Buttons indikatorini tanlaymiz va ekranga bizga kerakli 6 ta yuklab olamiz va ularni nomlab chiqamiz.
2. Sichqoncha o'ng tugmasi yordamida LED → Round LED yordamida chiquvchi signallarni kuzatish uchun LED indikatorlarini old panelga bizga kerakli 9 ta yuklab olamiz. Bu yuklangan LED indikatorlarini mos xolda Buttons indikatorining chiqish qismlariga va ish jarayonini kuzatish uchun mos xolatda joylashtiramiz.



1-rasm. Matematik mantiqiy amallarini bajarish uchun yi'g'ilgan LabWIEV dasturining old panelining ko'rinishi

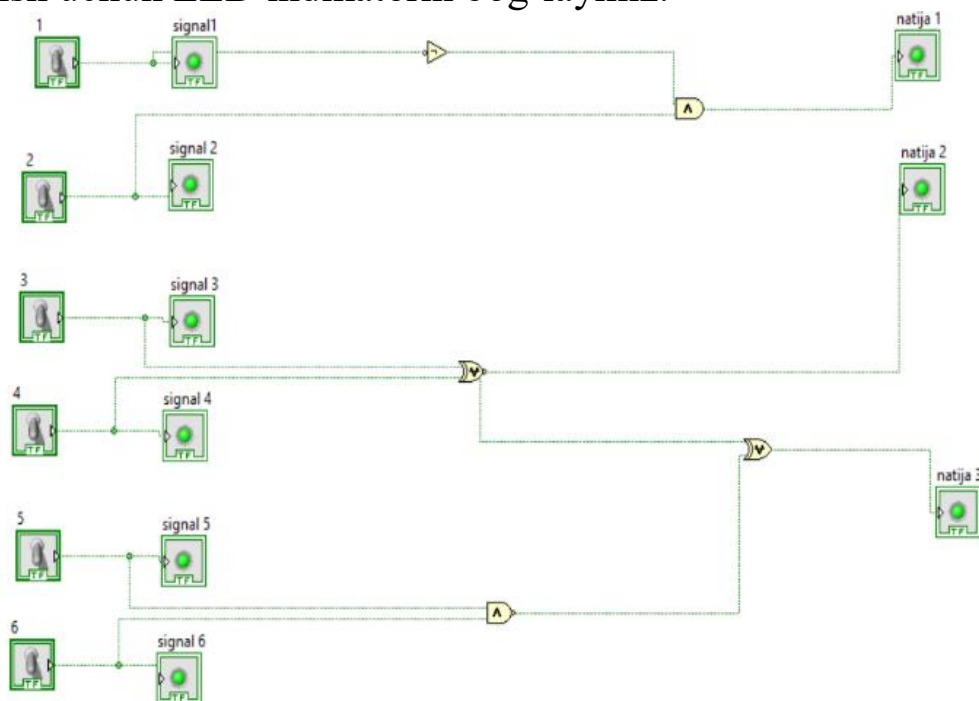
3. Window>Show Block Diagram buyrug'i yordamida orqa panelga o'tamiz.
4. Sichqoncha o'ng tugmasini bosib Express→Arith & com→Comparison-Boolean bo'limidan mantiqiy elementlar bo'limiga o'tamiz. Bu bo'limdan birinchi Buttons indikatorini va LED indikatorlarni kirish qismlariga bog'lash uchun NOT mantiqiy amalini yuklaymiz va ularni bir-biriga bog'laymiz.
5. Sichqoncha o'ng tugmasini bosib Express→Arith &

com→Comparison-Boolean bo‘limidan mantiqiy elementlardan AND mantiqiy amalini yuklab NOT amalining chiqish qismi va ikkinchi Buttons indikatorini bilan bog‘laymiz. AND mantiqiy amalining chiqish qismiga esa ish jarayonni kuzatish uchun LED indikator yuklab uni bog‘laymiz.

6. Uchinchi va to‘rtinchi Buttons indikatorining chiqish qismlariga LED indikatorlarni bog‘laymiz va bu ikkita Buttons indikatorlarning chiqish qismlarini Express→Arith & com Comparison-Boolean bo‘limidan mantiqiy elementlardan Not OR mantiqiy amalini yuklab bog‘laymiz.

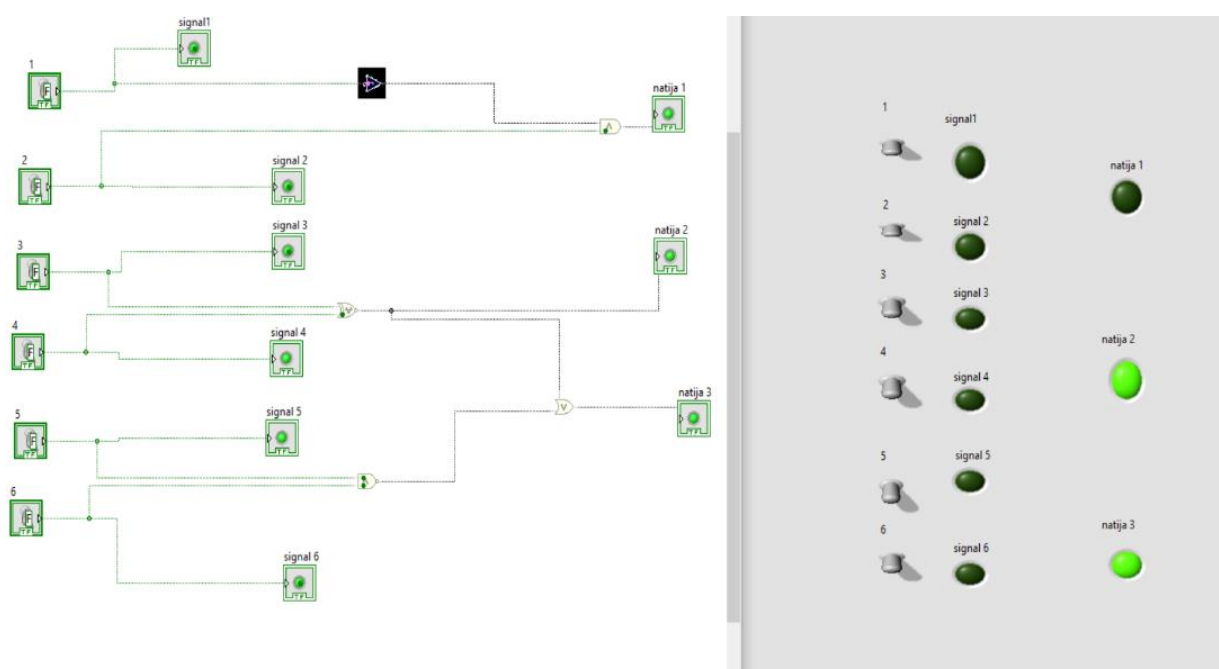
7. Beshinchi va oltinchi Buttons indikatorinining chiqish qismlariga LED indikatorlarni bog‘laymiz va bu ikkita Buttons indikatorlarning chiqish qismlarini Express→Arith & com Comparison-Boolean bo‘limidan mantiqiy elementlardan Not AND mantiqiy amalini yuklab bog‘laymiz.

8. Hosil bo‘lgan Not OR va Not AND mantiqiy amalining chiqish qismlariga Express→ Arith & com Comparison-Boolean bo‘limidan mantiqiy elementlardan Not XOR mantiqiy amalini yuklab bog‘laymiz. Not XOR mantiqiy amalining chiqish qismiga esa ish jarayonini kuzatish uchun LED indikatorni bog‘laymiz.



2-rasm. Matematik mantiqiy amallarini bajarish uchun yig‘ilgan LabWIEV dasturining orqa panelining ko‘rinishi
Bu yig‘ilgan matematik mantiqiy amallarni bajarish uchun

LabWIEV dasturida yig‘ilgan sxema yordamida kerakli amallarni bajarishimiz mumkin. Ishga tushirilgan Bu yig‘ilgan matematik mantiqiy amallarni LabWIEV dasturida yig‘ilgan sxemani yuklaymiz va ishga tushiramiz.



3-rasm. Ishga tushirilgan matematik mantiqiy amallarini bajarish uchun yig‘ilgan LabWIEV dasturining orqa va old panellarining ko‘rinishi

Bu yig‘ilgan sxema yoramida bizga kerakli bo‘lgan mantiqiy amallarni bajarib natijalarni olishimiz mumkin.

Nazorat savollari

1. Matematik mantiqiy amallar uchun Bul algebrasi .
2. Ikkilik sanoq sistemasidan elektronikada foydalanish.
3. Matematik mantiqiy amallar.
4. VA, VAEMAS, YOKI, YOKIEMAS, Absorsiya qonunlari va ularning jadvallarini tuzing.

ILOVALAR

Asosiy fizik kattaliklar

Fizik kattaliklar	Son qiymati
Tortishish kuchi doimiysi γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{sek}$
1 kmol dagi molekular soni (Avogadro soni) N_0	$6,025 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Normal sharoitlar 1 kmol ideal gazning hajmi V_0	$22,4 \text{ m}^3$
Universal gaz doimiysi R	$8,31 \cdot 10^3 \text{ j/kmol} \cdot \text{grad}$
Bolsman doimiysi R	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ j/grad}$
Faradey soni F	$9,65 \cdot 10^7 \text{ k/kg-ekv}$
Stefan-Bolsman doimiysi σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ vt/m}^2 \cdot \text{gad}^4$
Plank doimiysi h	$6,625 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sek}$
Elektron zaryadi e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ k}$
Elektronning tinch holatdagi massasi m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,49 \cdot 10^{-19} \text{ m.a.b}$ (massa atom birligi)
Protonning tinch holatdagi massasi m_p	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00759 \text{ m.a.b}$
Neytronning tinch holatdagi massasi m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00899 \text{ m.a.b}$
Yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m/sek}$

1-jadval. Ba'zi fizik doimiylarning qiymatlari

Fizik doimiylar	Fizik doimiylarning qiymati
Atom massa birligi	$1 \text{ a.m.b.} = 1.6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Gravitatsiya doimiysi	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
Erkin tushish tezlanishi	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Normal sharoitdagi ideal gazning molyar hajmi	$V_{\mu 0} = 22.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$
Avogadro doimiysi	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}$
Bolsman doimiysi	$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Plank doimiysi	$h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Normal sharoitda tovushning havodagi tezligi	$\vartheta = 331.46 \text{ m/s}$
Yorug'likning vakuumdagi tezligi	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Universal gaz doimiysi	$R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

2-jadval. Ba'zi atom va molekullarning massalari

Atomlar	$m_a, 10^{-27}$ kg	Molekulalar	$m_a, 10^{-27}$ kg
Alyuminiy	44.8	Alyuminiy oksidi Al_2O_3	169
Azot	23.2	Ammiak NH_3	28.3
Ftor	31.5	Azot N_2	46.5
Geliy	6.64	Havo	48.1
Kislrorod	26.6	Kislrorod O_2	53.2
Kremniy	46.6	Kumush nitrati $AgNO_3$	282
Kumush	179	Metan CH_4	26.6
Mis	105	Mis sulfati $CuSO_4$	265
Natriy	38.1	Natriy gidroksid $NaOH$	66.4
Oltin	327	Natriy xlorid $NaCl$	97
Oltingugurt	53.2	Ozon O_3	80
Qo'rg'oshin	344	Qo'rg'oshin sulfati $PbSO_4$	503
Rux	109	Rux karbonat $ZnCO_3$	208
Simob	333	Simob oksidi HgO	360
Temir	92.8	Suv H_2O	29.9
Uglerod	19.9	Uglerod ikki oksidi CO_2	73
Uran	395	Uglerod oksidi CO	46.5
Vodorod	1.67	Uran oksidi UO_2	448
Xlor	58.9	Vodorod H_2	3.3

3-jadval. Normal sharoitda ba'zi gaz va bug'larning zichligi

Modda	$\rho, g/cm^3$	Modda	$\rho, g/cm^3$
Azot	1.2505	Ozon	2.144
Ammiak	0.77146	Uglerod oksidi (CO)	1.2504
Argon	1.7830	Propan	2.02
Atsetilin	1.1716	Oltingugurtli vodorod	1.5362
Vodorod	0.08988	Metil spirti (bug'i)	1.426
Suv bug'i (100°C da)	0.589	Etil spirti (bug'i)	2.043
Quruq havo	1.2928	Ftor	1.696
Geliy	0.17846	Xlor	3.214
Uglerod ikki oksidi (CO_2)	1.9769	Xloroform	5.639
Kislrorod	1.42895	Etan	1.357
Metan	0.7168	Etilin	1.2604

**4-jadval. Ba'zi gazlarning ichki ishqalanish koeffitsient (15°C da),
solishtirma issiqlik sig'imi va adiabat ko'rsatkichlari $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ (20°C da)**

Modda	Formulasi	η , $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$	C_p , $10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$	$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$
Azot	N_2	17.4	1.051	1.40
Ammiak	NH_3	9.70	2.244	1.31
Vodorod	H_2	8.71	14.269	1.41
Suv bug'i	H_2O	9.26	2.011 ($100\text{-}500^{\circ}\text{C}$ da)	1.324 (100°C da)
Havo	-	17.90	1.009	1.40
Geliy	He	19.43	5.296	1.66
Kislorod	O_2	20.03	0.913	1.40
Metan	CH_4	10.77	2.483	1.40
Neon	Ne	31.2 (20°C da)	1.038	1.68
Is gazi	CO	17.5 (20°C da)	1.047	1.40
Karbonat angidrid	CO_2	14.48	0.837	1.30

5-jadval. Ba'zi gaz molekularining o'rtacha erkin yugurish masofasi

Gaz	$\bar{\lambda}, 10^{-7} \text{ m}$	Gaz	$\bar{\lambda}, 10^{-7} \text{ m}$
Azot	0.67	Kislorod	0.71
Argon	0.67	Kripton	0.53
Vodorod	1.23	Ksenon	0.39
Havo	0.67	Neon	1.38
Geliy	1.94	Uglerod ikki oksidi (CO_2)	0.44

**6-jadval. Ba'zi suyuqliklarning yashirin bug'lanish issiqligi
(normal bosim va qaynash temperaturasida)**

Suyuqlik	L, $10^3 J / kg$	Suyuqlik	L, $10^3 J / kg$
Benzol	394	Kerosin	210-230
Suv	2260	Suyuq kislorod	214
Suyuq vodorod	452	Etil spirti	855

**7-jadval. Normal bosimda va 20°C temperaturada ba'zi suyuqliklarning
zichligi**

Suyuqlik	$\rho, g/sm^3$	Suyuqlik	$\rho, g/sm^3$
Atseton	0.792	Kreozot yog'i	1.04-1.10
Benzin	0.68-0.72	Mashina yog'i	0.90-0.92
Benzol	0.879	Zaytun yog'i	0.92
Suv	0.99823	Etil spirti	0.7893
Suv (distillangan, 4°C da)	1.000	Parafin yog'i	0.87-0.88
Glitserin	1.26	Turpentin moyi	0.87
Kerosin	0.82	Neft	0.81-0.85
Vazelin yog'i	0.8	Simob	13.55

8-jadval. Havo nisbiy namligining psixrometrik jadvali

Quruq termometr ko'rsatkichi, °C	Quruq va nam termometrlar ko'rsatkichlarining farqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nisbiy namlik, %										
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	28	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	28	18	7		
9	100	88	76	64	53	42	34	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

9-jadval. Turli temperaturalarda suvning to‘yingan bug‘ining bosimi va zichligi

t, °C	P, mm.sim.ust.	ρ , g/m³	t, °C	P, mm.sim.ust.	ρ , g/m³	t, °C	P, mm.sim.ust.	ρ , g/m³
-30	0.28	0.33	0	4.58	4.84	30	31.82	30.3
-29	0.31	0.37	1	4.93	5.22	31	33.70	32.1
-28	0.35	0.41	2	5.29	5.60	32	35.66	33.9
-27	0.38	0.46	3	5.69	5.98	33	37.73	35.7
-26	0.43	0.51	4	6.10	6.40	34	39.90	37.6
-25	0.47	0.55	5	6.54	6.84	35	42.18	39.6
-24	0.52	0.60	6	7.01	7.3	36	44.56	41.8
-23	0.58	0.66	7	7.51	7.8	37	47.07	44.0
-22	0.64	0.73	8	8.05	8.3	38	49.69	46.3

-21	0.70	0.80	9	8.61	8.8	39	52.44	48.7
-20	0.77	0.88	10	9.21	9.4	40	55.32	51.2
-19	0.85	0.96	11	9.84	10.0	45	71.88	65.4
-18	0.94	1.05	12	10.52	10.7	50	92.5	83.0
-17	1.03	1.15	13	11.23	11.4	55	118.0	104.3
-16	1.13	1.27	14	11.99	12.1	60	149.4	130
-15	1.24	1.38	15	12.79	12.8	65	187.5	161
-14	1.36	1.51	16	13.63	13.6	70	233.7	198
-13	1.49	1.65	17	14.53	14.5	75	289.1	242
-12	1.63	1.80	18	15.48	15.4	80	355.1	293
-11	1.78	1.96	19	16.48	16.3	85	433.6	354
-10	1.95	2.14	20	17.54	17.3	90	525.8	424
-9	2.13	2.33	21	18.65	18.3	95	633.9	505
-8	2.32	2.54	22	19.83	19.4	100	760.0	598
-7	2.53	2.76	23	21.07	20.6			
-6	2.76	2.99	24	22.38	21.8			
-5	3.01	3.24	25	23.76	23.0			
-4	3.28	3.51	26	25.21	24.4			
-3	3.57	3.81	27	26.74	25.8			
-2	3.88	4.13	28	28.35	27.2			
-1	4.22	4.47	29	30.04	28.7			

10-jadval. Ba'zi suyuqliklarning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi

Suyuqlik	$c_p,$ $J / kg \cdot K$	Suyuqlik	$c_p,$ $J / kg \cdot K$
Suv	4182	Paxta yog'i	1737
Glitserin	2430	Transformator moyi	1880
Kerosin	2085	Simob	139
Kunjut yog'i	2219	Etil spirti	2430

11-jadval. Turli bosimlarda suvning qaynash temperaturasi

	Barometrik bosim - P (mm.sim.ust. hisobida)											
	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
0	96.92	97.32	97.71	98.11	98.49	98.88	99.26	99.63	100.00	100.37	100.73	101.09
1	96.99	97.36	97.75	98.14	98.53	98.91	99.29	99.67	100.04	100.40	100.76	101.12
2	97.00	97.40	97.79	98.18	98.57	98.95	99.33	99.70	100.07	100.44	100.80	101.16
3	97.04	97.44	97.83	98.22	98.61	98.99	99.37	99.74	100.11	100.48	100.84	101.19
4	97.08	97.48	97.87	98.26	98.65	99.03	99.41	99.78	100.15	100.51	100.87	101.23
5	97.12	97.52	97.91	98.30	98.69	99.07	99.44	99.82	100.18	100.55	100.91	101.26
6	97.16	97.56	97.95	98.34	98.72	99.10	99.48	99.85	100.22	100.58	100.94	101.30
7	97.20	97.60	97.99	98.38	98.76	99.14	99.52	99.89	100.26	100.62	100.98	101.33
8	97.24	97.63	98.03	98.42	98.80	99.18	99.56	99.93	100.29	100.66	101.02	101.37
9	97.28	97.67	98.07	98.45	98.84	99.22	99.59	99.96	100.33	100.69	101.05	101.41
10	97.32	97.71	98.11	98.49	98.88	99.26	99.63	100	100.37	100.73	101.09	101.44

12-jadval. Normal bosim va 20°C temperaturada turli suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsienti

Suyuqlik	η , $10^{-3} Pa \cdot s$	Suyuqlik	η , $10^{-3} Pa \cdot s$
Suv	1.005	Yuk mashina moyi	660
Glitserin	1480	Transformator moyi	19.8
Kerosin	1.8	Simob	1.554
Yengil mashina moyi	113	Etil spirti	1.20

13-jadval. Suyuqliklarning hajm kengayish koeffitsientlari

Suyuqlik	α , $10^{-6} C^{-1}$	Suyuqlik	α , $10^{-6} C^{-1}$
Anilin	858	Metil spirti	1220
Atseton	1487	Natriy xlorid aralshmasi	436
Benzol	1237	Neft	700-100
Brom	1113	Oltingugurt kislotasi	570
Etil efiri	1650	Simob	181
Etil spirti	1100	Suv	208
Glitserin	505	Toluol	1099
Kerosin	900	Transformator moyi	600
Mazut	600	Xloroform	1273

14-jadval. Suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsienti (t=20 °C da)

Suyuqlik	σ , mN/m	Suyuqlik	σ , mN/m
Ammiak (20% li eritma)	59.3	Metal spirti	22.6
Anilin	42.9	Metil spirti (t=0 °C da)	24.5
Atseton	23.7	Mis kuporosi (25 %li eritma)	74.1
Azot kislotasi (70%)	59.4	Natriy gidroksidi (30 % li eritma)	95.1
Benzol	28.9	Neft	30
Brom	41.5	Og'ir suv	67.8
Erigan mum (t=68°C da)	33.3	Oltingugurt kislotasi (85 %)	57.6
Erigan paraffin (t=64°C da)	30.6	Simob	51.3
Etil efiri	17.0	Suv	72.75
Etil spirti	22.0	Toluol	28.5
Etil spirti (t=0°C da)	24.1	Vodorod peroksidi	76
Glitserin	63	Xlor kislotasi	7.07
Kerosin	24	Xloroform	27.1

15-jadval. Normal bosimda va 20°C temperaturada ba'zi qotishma va elementlarning zichligi

Qotishma va elementlar	ρ , kg/m ³	Qotishma va elementlar	ρ , kg/m ³
Alyuminiy	2.70	Qalay	7.29
Bronza	8.7-8.9	Platina	21.37
Volfram	19.3	Qo'rg'oshin	11.34
Temir (toza)	7.87	Kumush	10.5
Oltin	19.3	Po'lat	7.7-7.9
Kremniy (amorf)	2.35	Uglerod (olmos)	3.52
Kremniy (kristall)	2.42	Uglerod (grafit)	2.25
Latun	8.4	Xrom	7.1
Mis	8.93	Cho'yan	6.6-7.3

16-jadval. Ba'zi qattiq jismlarning normal bosim va 20°C temperaturadagi zichliklari

Qattiq jismlar	ρ , kg/m ³	Qattiq jismlar	ρ , kg/m ³
Beton	2.3	Muz (0°C da)	0.917
Qog'oz	0.7-1.2	Bo'r	1.9-2.8
Gil	1.8-2.6	Parafin	0.82-0.91
Grafit	0.9-2.3	Yelim (plastmassa)	1.1-2.4
Daraxt	0.3-0.9	Rezina	0.91-0.93
Karton	0.69	Shisha (oddiy)	2.4-2.8
Kauchuk	0.92-0.96	Shisha (flint)	3.9-5.9
Kvars plavleniy	2.66	Selluloid	1.4

17-jadval. Ba'zi qattiq moddalarning o'zgaras bosimda solishtirma issiqlik sig'imi (P=1 atm. va t=20°C)

Modda	c_p , J / kg · K	Modda	c_p , J / kg · K
Alyuminiy	896	Qalay	225
Bronza	420	Parafin	2890
Temir	452	Qo'rg'oshin	128
Latun	390	Po'lat	460
Muz (0°C)	2122	Deraza oynasi	670
Mis	383	Cho'yan	540

18-jadval. Ba'zi qattiq moddalarning chiziqli kengayish koeffitsienti (20°C da)

Modda	α , 10 ⁻⁶ K ⁻¹	Modda	α , 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Olmos	1.2	Mis	16.2
Beton	10-14	Nikel	12.6
Alyuminiy	22.4	Nixrom	13.0
Bronza	17.0-19.6	Qalay	21.4

Qog'oz	10	Parafin	130
Volfram	4.5	Platina	8.9
Grafit	3.5-8	Polietilin	100-200
Temir	11.7	Qo'rg'oshin	27.6
Oltin	14.2	Kumush	19.5
Kvars	0.5	Po'lat (0.05 % C)	11
Kremniy	7	Kvars shisha	0.56
Latun	17.0-21.2	Deraza oynasi	9.5
Muz (-20 dan 0°C gacha)	51	Cho'yan	10.0

**19-jadval. Turli xil qattiq moddalarning issiqlik o'tkazuvchanligi
(20°C da)**

Modda	$\lambda,$ $\frac{W}{m \cdot K}$	Modda	$\lambda,$ $\frac{W}{m \cdot K}$
Olmos	1333.3	Tosh ko'mir	0.186
Asfalt	0.744	Pishiq g'isht	0.77
Beton	0.11-2.33	Terilgan g'isht devor	0.67-0.87
Qog'oz	0.140	Muz (0°C da)	2.26
Paxta	0.042	Muz (-20°C da)	2.44
Jun, kigiz (40°C da)	0.062	Marmar (0°C da)	1.30-3.49
Mum (asalariniki)	0.101	Parafin (0°C da)	0.27
Gips	1.30	Polietilin	0.34-0.50
Granit	3.42	Shisha oyna	0.756
Grafit (oddiy)	35-37	Ko'zgu	0.814
Grafit (reaktor grafiti)	4.9	Chinni (95°C da)	1.04
Nam tuproq	0.67	Jun mato	0.052
Quruq tuproq	0.14	Shoyi mato	0.043-0.058
Seluloid	0.21	Qor (yangi yoqqan)	0.105

20-jadval. Turli qattiq jismlarning erish temperaturasi va erish issiqligi

Qattiq jism	Erish temperaturasi (°C)	Erish issiqligi (kJ/kg)
Alyuminiy	658.7	321,8
Vismut	271	529,6
Mum	63	177,2
Oltin	1063	666,2
Temir	1530	96-138
Kadmiy	320.9	65.8
Kaliy	62.3	243.8
Kobalt	1480	243.8
Muz	0	333,6
Magniy	651	301.7
Mis	1083	176
Natriy	97.5	132.8
Nikel	1452	118.6-306
Qalay	231.9	58.6
Parafin	38-56	147
Qo‘rg‘oshin	327	22.5
Kumush	960.5	88
Rux	419.4	117.7

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Sivuxin D.P. Umumiy fizika kursi. Toshkent: O'qituvchi, 1981.
2. E. Ismailov, N.Mamatqulov, G'.Xodjaev, N.Norboev. Biofizika. Darslik T. Cho'lpon. 2013y
3. Strelkov S.P. Mexanika. Toshkent: O'qituvchi, 1977.
4. Kikoin A.K., Kikoin I.K. Umumiy fizika kursi. Molekulyar fizika. O'qituvchi. Toshkent. 1978. 507 b.
5. S.I Kuznesov Kurs fizika. Tomskogo politexnicheskogo universiteta. 2013
6. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: O'qituvchi, 1981, 10-20, 312-314 betlar.
7. Djorayev M., Qalandarov E., Xujanov E. Fizika o'qitish metodikasi (umumiy masalalar). O'quv qo'llanma - Toshkent, TDPU, 2023. – 284 b
8. Godjaye N.M. Optika – M.: Vishaya shkola 1977. 3-9, 45-66 betlar.
9. Ioffe B.V. Refraktometricheskiye metodii ximii. – L.: 1974.
10. Tuxvatullin F.H., Jumaboyev A., Fayzullaev Sh., Toshkenboyev U., Murodov G'. Optika. (I qism). O'quv qo'llanma. SamDU, 2004.
11. U.B Jurayev, O'.A Xolikulov Molekulyar fizikadan praktikum Samarqand 2021 yil. SamDU nashiriyoti.
12. Davletov I.Yu, A.Sh.Razzaqov, Latipova M.A, Qodirov Sh.A Biofizikadan laboratoriya ishlari to'plami. Urganch 2020.
13. E.Ismailov. N.Mamatqulov. O.Norqulov. F.Nomozov. Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari.- t.: Samarqnd – 2016 y.
14. Qarshiboyev Sh.E., Ismailov F.R., Murodov S.N., Hayitova G.N. Fizika fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma (Oliy o'quv yurtlari Biologiya va kimyo bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalari uchun uslubiy metodik qo'llanma) SamDCHTI tahrir-nashriyot bo'limida chop etildi. Samarqand sh., Bo'stonsaroy ko'chasi, 93-uy. ISBN 978-9943-9273-0-8
15. Jankoli.D. «FIZIKA» V.2 Tomah.Per.s.ang.M.- Mir.1989 g.- 321c.

16.V.A. Parshin, M.V. Saprionov, N.M. Skornyakova, D.G. syichyov laboratornye raboty po obshemu kursu fiziki dlya shkolnikov chastI Moskva NIU «MEI» 2016

17.X.K.Aripov, A.M.Abdullaev, N.B.Alimova, X.X.Bustanov, Sh.T. Toshmatov. Sxemotexnika. T.: Tafakkur bo‘stoni, 2013 y,-448 b.

18.A. A. Zotova. Metodika ispolzovaniya virtualnogo fizicheskogo eksperimenta na urokax fiziki. Magisterskaya dissertatsiya. PENZENSKIY GOSUDARSTVENNIY UNIVERSITET. Penza 2017.

19.Anisoara Ivanov and Andrei Neacsu. Modern Teaching Methods in Physics with the Aid of Original Computer Codes and Graphical Representations. European Journal of Physics Education 2011, vol. 2. Pages 1-4.

20.Jarosievitz: The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets, In: Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, Edited by Lars-Jochen Thoms and Raimund Girwidz, Published by the European Physical Society; September 9–11, 2015; at LMU Munich, Germany; Volume number: 39 B.; pp. 357-363.

21.Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012.

22. Abduraxmanov K.P., Egamov U. Fizika kursi , 2011 y.

23.Ogursov N.A. Kurs leksiy po fizike, Harkov, 2007.

24. Ahmadjanov O.I. Fizika kursi. 1,2,3-qism.-T.; O‘qituvchi, 1988., 1989

25.Kolmakov YU.N. Kurs leksiy po fizike, Tula, 2002.

26.Oplachko T.M.,Tursunmetov K,A. Fizika, Tashkent, 2007

27. <http://phet.colorado.edu/>

28. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>

29. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>

30.<http://school-collection.edu.ru>

31.www.nuu.uz

32.www.ziyonet.uz

[illegible]

**M.F. Atayeva, J.R. Rayimbaev, Sh.E. Karshiboyev,
S.X. Zoirov, S.N. Murodov**

FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA ISHLARNI BAJARISH BO‘YICHA O‘QUV QO‘LLANMA

*(Oliy o‘quv yurtlari Biologiya va kimyo bakalavr ta’lim yo‘nalishi talabalari
uchun metodik qo‘llanma)*

Muharrir:	E.Eshov
Tex. muharrir:	D.Abduraxmonova
Musahhih:	M.Shodiyeva
Badiiy rahbar:	M.Sattorov

Nashriyot litsenziyasi № 022853. 04.03.2022.
Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 24.11.2024. Bichimi
60x84. Kegli 16 shponli. “Times New Roman” garnitura 1/16.
Elektrografik usulda. Oddiy bosma qog‘oz.
Bosma tabog‘i 9,75. Adadi 100. Buyurtma №_



KAMOLOT

“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ
bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar Namozgoh ko‘chasi 24 uy
Tel.: + 998 91 310 27 22